



# **CODICE ELETTRICO**



***Laboratorio di  
Elettrotecnica***

**3ª Edizione - Marzo 2013**

Pubblicazione curata da: *Maurizio Monticelli*  
([mauriziomonticelli@libero.it](mailto:mauriziomonticelli@libero.it))

*Per quanto accurata e precisa possa essere stata la redazione di questo prontuario, l'autore non si rende comunque responsabile di eventuali danni determinati da imprecisioni o errori contenuti all'interno della presente pubblicazione.*

# PRESENTAZIONE

**CODICE ELETTRICO** è una guida dai contenuti **pratici ed essenziali** rivolta a **tutti gli operatori** del settore impiantistico.

Partendo dalla **legislazione di base** vengono successivamente illustrati nel dettaglio, i principali documenti legislativi in materia di:

- ⇒ sicurezza sul lavoro (**DLgs 81/08**);
- ⇒ produzione e commercializzazione del materiale elettrico (**Direttiva BT**);
- ⇒ realizzazione e verifiche impianti elettrici (**DM 37/08** e **DPR 461/01**).

Sono state poi inserite numerose **tabelle** per agevolare la scelta e il **dimensionamento** dei componenti e delle protezioni, nonché le procedure per le **verifiche** e la **certificazione** dei **quadri** e degli **impianti elettrici**:

- ⇒ protezione dai contatti diretti ed indiretti (impianto di messa a terra e dispositivi di protezione);
- ⇒ protezione dalle sovracorrenti (dimensionamento condutture e protezioni);
- ⇒ dimensionamento delle canalizzazioni;
- ⇒ dotazioni minime e collocazione apparecchi;
- ⇒ simboli e marcature convenzionali su impianti ed apparati;
- ⇒ verifiche iniziali e periodiche;
- ⇒ certificazione quadri e impianti;
- ⇒ tariffazione e risparmio energetico;
- ⇒ ambienti speciali.

Nelle tabelle riportate al par. 14 sono descritte le caratteristiche di semplici **fogli di calcolo** (in Excel) utilizzabili per il corretto **dimensionamento** degli **impianti** e per le necessarie valutazioni tecniche ai fini del **risparmio energetico**.

Inoltre, sempre al par.14, sono elencate tutte le **guide** e i **documenti** di lavoro e di approfondimento (oltre **3.000 pagine** in f.to **PDF**) richiamati all'interno degli specifici argomenti facenti parte della presente pubblicazione.

Buon lavoro a tutti ....

Maurizio Monticelli

# INDICE

## 1. Legislazione vigente

### *1.1. Generalità.*

### *1.2. Installazione impianti elettrici.*

#### *1.2.1. Regola d'arte*

#### *1.2.2. Installazione impianti elettrici DM 37/08*

##### *1.2.2.1. Tipologie impianto oggetto del DM 37/08*

##### *1.2.2.2. Progettazione impianti.*

##### *1.2.2.3. Dichiarazione di conformità.*

##### *1.2.2.4. Obblighi.*

##### *1.2.2.5. Sanzioni.*

### *1.3. Quadri elettrici*

#### *1.3.1. Generalità*

#### *1.3.2. Direttiva 73/23/CEE*

#### *1.3.3. Direttiva 2004/108/CE*

### *1.4. Lavori elettrici*

#### *1.4.1. Principi generali (Codice Civile e Penale)*

#### *1.4.2. D.Lgs 81/08*

#### *1.4.3. Riepilogo obblighi/violazioni e sanzioni*

### *1.5. Verifiche impianti elettrici luoghi di lavoro - D.P.R. 462/01.*

#### *1.5.1. Obblighi previsti dal D.P.R. 462/01*

#### *1.5.2. Verifiche e controlli da effettuare*

#### *1.5.3. Trasmissione Dichiarazione conformità DM 37/08*

## 2. Effetti della corrente elettrica sul corpo umano.

## 3. Dati di targa apparecchiature di protezione.

### *3.1. Fusibili*

### *3.2. Interruttori magnetotermici e differenziali*

## 4. Protezione dai contatti diretti ed indiretti.

### *4.1. Classificazione.*

### *4.2. Protezione mediante bassissima tensione.*

### *4.3. Protezione mediante messa a terra e interruttore automatico o differenziale.*

### *4.4. Prescrizioni tensioni contatto limite $U_L = 25V$ e utilizzo protezione differenziale.*

### *4.5. Impianto di messa a terra.*

## 5. Protezione dalle sovracorrenti.

### *5.1. Definizioni.*

### *5.2. Sigle di designazione dei cavi.*

### *5.3. Guida alla scelta dei cavi.*

### *5.4. Portata, caduta di tensione e perdite di potenza di linea (dimensionamento di massima).*

### *5.5. Criteri generali di protezione dalle sovracorrenti*

## 6. Determinazione della corrente di corto circuito.

### *6.1. Caratteristiche elettriche trasformatori MT/bt in olio e resina.*

## 7. Guida alla scelta delle canalizzazioni

## 8. Identificazione, simboli e marcature

### *8.1. Colorazione e sigle di designazione cavi*

### *8.2. Colorazione segnalatori luminosi e pulsanti*

### *8.3. Simboli apparecchiature*

#### *8.3.1. Simboli generali*

#### *8.3.2. Grado di protezione (IP)*

#### *8.3.3. Simboli lampade e corpi illuminanti*

#### *8.3.4. Simboli trasformatori*

#### *8.3.5. Simboli contattori*

#### *8.3.6. Simboli dispositivi di comando*

#### *8.3.7. Simboli apparecchiature atmosfere esplosive e loro applicazione*

## 9. Quadri Elettrici

*9.1. Classificazione dei quadri elettrici*

*9.2. Guida alla realizzazione dei quadri elettrici CEI 23-51*

## 10. Ambienti speciali

*10.1. Cantieri edili*

*10.2. Strutture agricole e zootecniche*

*10.3. Aree di Campeggio*

*10.4. Luoghi conduttori ristretti*

*10.5. Luoghi a maggior rischio in caso d'incendio*

10.5.1. Classificazione ambienti

10.5.2. Principali prescrizioni comuni per impianti in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio

10.5.3. Prescrizioni specifiche aggiuntive per i diversi ambienti

10.5.4. Metodi di realizzazione delle condutture per impianti a maggior rischio in caso d'incendio.

## 11. Verifiche impianti elettrici

*11.1. Verifiche su impianti elettrici*

*11.2. Verifiche iniziali di base (CEI 64-8)*

*11.3. Strumentazione per le verifiche degli impianti elettrici.*

11.3.1. Normativa di riferimento

11.3.2. Valutazione dei rischi e procedure di sicurezza

11.3.3. Verifica della compatibilità della grandezza da misurare e l'ambiente di misura, con le caratteristiche dello strumento.

*11.4. Stima dell'incertezza di misura*

11.4.1. Definizioni

11.4.2. Errore Strumentale

11.4.3. Errore Operativo Sistemático

11.4.4. Errore Operativo Casuale

11.4.5. Valutazione dell'accettabilità dell'errore

*11.5. Gestione e controllo della strumentazione*

11.5.1. Gestione della strumentazione

11.5.2. Tarature, calibrazioni e verifiche periodiche

11.5.3. Uso e manutenzione

## 12. Risparmio ed efficienza energetica negli edifici ad uso residenziale

*12.1. Costi energetici ed ambientali delle principali fonti energetiche primarie utilizzate per il riscaldamento degli edifici ad uso residenziale*

*12.2. Sistemi di illuminazione a confronto (incandescenza, alogena, fluorescenza e LED)*

*12.3. Cenni sulla tariffazione dell'energia elettrica*

*12.4. Tariffe forniture energia elettrica a confronto*

*12.5. Controllo e monitoraggio dei consumi domestici*

## 13. Disposizione e dotazioni apparati elettrici negli edifici ad uso residenziale

*13.1. Disposizione apparecchi elettrici nei locali da bagno*

*13.2. Quote di installazione e disposizione apparati*

*13.3. Prestazioni funzionali impianto elettrico*

## 14. Fogli di calcolo e materiale di approfondimento

*14.1 Fogli di calcolo*

*14.2 Materiale di approfondimento*

# 1. Legislazione vigente

## 1.1. Generalità

La legislazione di base che regola l'attività nel settore delle installazioni elettriche è così strutturata:

⇒ Installazione impianti elettrici:

⇒ Regola d'arte: Legge 186/68 - Codice Civile (artt.1662, 2043, 2224).

⇒ Installazione impianti elettrici: DM 37/08.

⇒ Quadri Elettrici: Direttive CEE 73/23 e 2004/108/CE.

⇒ Lavori Elettrici: Codice Civile - Codice Penale - D.Lgs 81/08

⇒ Verifiche periodiche impianti elettrici: D.P.R. 462/01

## 1.2. Installazione Impianti Elettrici

### 1.2.1. Regola d'arte

**Legge 186/68** :*"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"*

**Art.1:** Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte.

**Art.2:** I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) si considerano costruiti a regola d'arte.

### Codice Civile

#### **Art. 1662. Verifica nel corso di esecuzione dell'opera.**

Il committente ha diritto di controllare lo svolgimento dei lavori e di verificarne a proprie spese lo stato. Quando, nel corso dell'opera, si accerta che la sua esecuzione non procede secondo le condizioni stabilite dal contratto e a regola d'arte, il committente può fissare un congruo termine entro il quale l'appaltatore si deve conformare a tali condizioni; trascorso inutilmente il termine stabilito, il contratto è risolto, salvo il diritto del committente al risarcimento del danno.

#### **Art. 2043. Risarcimento per fatto illecito.**

Qualunque fatto doloso o colposo che cagiona ad altri un danno ingiusto, obbliga colui che ha commesso il fatto a risarcire il danno.

#### **Art. 2224. Esecuzione dell'opera.**

Se il prestatore d'opera non procede all'esecuzione dell'opera secondo le condizioni stabilite dal contratto e a regola d'arte, il committente può fissare un congruo termine, entro il quale il prestatore d'opera deve conformarsi a tali condizioni. Trascorso inutilmente il termine fissato, il committente può recedere dal contratto, salvo il diritto al risarcimento dei danni.

## 1.2.2. Installazione impianti elettrici - DM 37/08

L'installazione degli impianti elettrici in ogni tipo ed ambiente è regolamentata dal D.M. 37/08, che sostituisce la L.46/90. Per ulteriori approfondimenti si veda l'apposita Guida della Regione Toscana al punto 3.2 del par.14.2.

### 1.2.2.1. Tipologie di impianto oggetto del D.M. 37/08 (art.1)

- a. impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;
- b. impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere;
- c. impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura e specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali;
- d. impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura e specie;
- e. impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali;
- f. impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;
- g. impianti di protezione antincendio.

### 1.2.2.2. Progettazione impianti (art.5)

**Progettazione impianti (art.5 comma 1):** per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti oggetto del D.M. 37/08 è obbligatoria la redazione del progetto. Fatta salva l'osservanza delle normative più rigorose in materia di progettazione, nei casi indicati nell'art.5 comma 2 del DM 37/08, il progetto è redatto da un professionista iscritto negli albi professionali secondo la specifica competenza tecnica richiesta mentre, negli altri casi, il progetto è redatto, in alternativa, dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.

**Il progetto è obbligatorio per i seguenti impianti (art.5 comma 2):**

- ⇒ utenze domestiche e utenze condominiali di uso comune con potenza impegnata superiore a 6 kW;
- ⇒ utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 m<sup>2</sup>;
- ⇒ impianti effettuati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici per i quali è obbligatorio il progetto e in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA rese dagli alimentatori;
- ⇒ impianti elettrici in immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000V (cabina di trasformazione MT/bt), inclusa la parte in bassa tensione o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 m<sup>2</sup>;
- ⇒ impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio in caso d'incendio, nonché per gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m<sup>3</sup>;
- ⇒ impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione.

### 1.2.2.3. Dichiarazione di Conformità (art.7)

**Natura e finalità:** è il documento in cui l'installatore dichiara sotto la propria responsabilità che l'impianto da lui eseguito è conforme alla regola dell'arte, avendo in particolare:

- ⇒ rispettato il progetto;
- ⇒ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego;
- ⇒ installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte;
- ⇒ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Deve essere rilasciata su apposito modulo conforme al modello contenuto nell'all.I al D.M. 37/08.

**Obbligo di rilascio:** la dichiarazione di conformità deve essere rilasciata a conclusione dei lavori relativi agli impianti oggetto del D.M. 37/08, nonché a seguito dei lavori riguardanti:

- ⇒ la manutenzione straordinaria;
- ⇒ le installazioni per apparecchi per uso domestico (se diverse da quelle che consistono nella semplice inserzione della spina nell'apposita presa);
- ⇒ la fornitura provvisoria di energia elettrica per i cantieri e similari.
- ⇒ gli impianti realizzati dagli uffici tecnici interni delle ditte non installatrici (all.II - D.M. 37/08).

Non occorre rilasciare la dichiarazione di conformità per i lavori che riguardano la manutenzione ordinaria, fatto salvo quanto disposto dal D.P.R. 30/04/1999 n.162 relativamente alla manutenzione degli impianti di ascensore e montacarichi.

**Dichiarazione di rispondenza:** nel caso in cui la dichiarazione di conformità, salvo l'irrorazione delle sanzioni previste dall'art. 15, non sia stata prodotta o non sia più reperibile, tale atto è sostituito - per gli impianti eseguiti prima dell'entrata in vigore del DM 37/08 - da una dichiarazione di rispondenza, resa da un professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che ha esercitato la professione, per almeno 5 anni, nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione, sotto personale responsabilità, in esito a sopralluogo ed accertamenti, ovvero, per gli impianti non ricadenti nel campo di applicazione dell'art. 5, comma 2 (progettazione obbligatoria), da un soggetto che ricopre, da almeno 5 anni, il ruolo di responsabile tecnico di un'impresa abilitata di cui all'art. 3, operante nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.

#### **1.2.2.4. Obblighi**

##### **Committente (art.8):**

- ⇒ Affidamento dei lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione straordinaria degli impianti oggetto del DM 37/08, solo ad imprese abilitate.
- ⇒ Consegna al distributore o al venditore copia della dichiarazione di conformità dell'impianto (senza allegati) o della dichiarazione di rispondenza (art.7 comma 6) entro 30 giorni dall'allacciamento di una nuova fornitura o di un aumento di potenza tale da determinare una potenza installata superiore a 6 kW.

##### **Proprietario dell'impianto (art.8):**

- ⇒ Adozione di tutte le misure necessarie per conservarne le caratteristiche di sicurezza previste dalla normativa vigente in materia, tenendo conto delle istruzioni per l'uso e la manutenzione predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto e dai fabbricanti delle apparecchiature installate.

##### **Installatore impianti (artt.6 e 7):**

- ⇒ Installazione degli impianti secondo la regola dell'arte, in conformità alla normativa vigente e responsabilità sulla corretta esecuzione degli stessi. Gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano eseguiti secondo la regola dell'arte.
- ⇒ Redazione della dichiarazione di conformità e consegna della stessa al committente e per gli impianti nuovi al SUAP.

##### **Progettista (art.5):**

- ⇒ Elaborazione dei progetti degli impianti secondo la regola dell'arte. I progetti elaborati in conformità alla vigente normativa e alle indicazioni delle guide e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri



dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano redatti secondo la regola dell'arte.

- ⇒ I progetti debbono contenere almeno gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici nonché una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, della trasformazione o dell'ampliamento dell'impianto stesso, con particolare riguardo alla tipologia e alle caratteristiche dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare. Nei luoghi a maggior rischio di incendio e in quelli con pericolo di esplosione, particolare attenzione deve essere posta nella scelta dei materiali e componenti da utilizzare nel rispetto della specifica normativa tecnica vigente.

### **1.2.2.5. Sanzioni (art.15).**

- ⇒ Per gli obblighi derivanti dall'art. 7, relativi alla dichiarazione di conformità, sanzione da euro 100 ad euro 1.000.
- ⇒ Per le altre violazioni degli altri obblighi, sanzione da euro 1.000 ad euro 10.000.
- ⇒ Per le violazioni comunque accertate, anche attraverso verifica, a carico delle imprese installatrici si procede ad annotazione nell'albo provinciale delle imprese artigiane o nel registro delle imprese, la violazione reiterata 3 volte delle norme relative alla sicurezza degli impianti da parte delle imprese abilitate comporta altresì, in casi di particolare gravità, la sospensione temporanea dell'iscrizione delle medesime imprese dal registro delle imprese o dall'albo provinciale delle imprese artigiane;
- ⇒ Alla terza violazione delle norme riguardanti la progettazione ed i collaudi, i soggetti accertatori propongono agli ordini professionali provvedimenti disciplinari a carico dei professionisti iscritti nei rispettivi albi.

## **1.3 Quadri Elettrici**

### **1.3.1 Generalità**

Per i quadri elettrici trovano applicazione le seguenti Direttive comunitarie:

- ⇒ Direttiva CEE 73/23 con modifica CEE 93/68 ed integrata in un testo unico dalla Direttiva 2006/95/CE: relativa alla sicurezza, applicabile a tutto il materiale elettrico ed elettronico, in genere, funzionante in bassa tensione (50 ÷ 1.000 V in c.a. e 75 ÷ 1.500 V in c.c.).
- ⇒ Direttiva 2004/108/CE: relativa alla compatibilità elettromagnetica delle apparecchiature (apparecchi ed impianti fissi).

In pratica le due Direttive Comunitarie stabiliscono gli obiettivi di sicurezza (una sorta di Regola dell'arte) e poi rimandano alle normative Internazionali, Europee o Nazionali per la definizione esatta dei criteri costruttivi e delle prove da eseguire ai fini della verifica della conformità dei componenti e degli impianti realizzati agli obiettivi di sicurezza. Oltre alla corretta conoscenza ed applicazione della Norma ed all'apposizione della marcatrice e alla compilazione della dichiarazione CE, il costruttore deve predisporre il controllo interno di fabbricazione.

Con l'apposizione della marcatrice CE il costruttore dichiara la conformità del prodotto (in questo caso del quadro elettrico) a tutte le direttive comunitarie ad esso applicabili (quindi le direttive CEE 73/23 e 2004/108/CE).

### 1.3.2. Direttiva 73/23/CEE (con modifica 93/68/CEE ed integrata in un testo unico dalla Direttiva 2006/95/CE)

<p><b>Leggi di recepimento</b></p>	<p><b>Legge 18 Ottobre 1977, n°791:</b> Attuazione della direttiva 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione (G.U.n°298, 2/11/77)</p> <p><b>D.L 25 Novembre 1996, n° 626:</b> Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione (S.O.G.U.n° 293, 25/11/96)</p>
<p><b>Ambito di applicazione</b></p>	<p>Ogni <u>materiale elettrico</u> destinato ad essere adoperato ad una <u>tensione nominale</u> compresa tra 50 e 1000 V in c.a. e tra 75 e 1500 V in c.c..</p> <p>Restano esclusi dall'ambito di applicazione della Direttiva 73/23/CEE i seguenti materiali e fenomeni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ materiali elettrici destinati ad essere usati in ambienti esposti a pericoli di esplosione;</li> <li>⇒ materiali elettrici per radiologia e uso clinico;</li> <li>⇒ parti elettriche di ascensori e montacarichi;</li> <li>⇒ contatori elettrici;</li> <li>⇒ prese di corrente (prese e spine) a uso domestico;</li> <li>⇒ dispositivi d'alimentazione di recinti elettrici disturbi radio-elettrici;</li> <li>⇒ materiali elettrici speciali, destinati ad essere usati sulle navi o sugli aeromobili e per le ferrovie, conformi alle disposizioni di sicurezza stabilite da organismi internazionali cui partecipano gli Stati membri.</li> </ul>
<p><b>Obiettivi di sicurezza che debbono essere soddisfatti affinché il materiale elettrico possa essere considerato a regola d'arte e quindi immesso sul mercato</b> (allegato I - L.791/77)</p>	<p><b>1. Requisiti generali</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Le <u>caratteristiche essenziali</u> del materiale elettrico, la cui conoscenza ed osservanza sono indispensabili per un impiego conforme alla destinazione ed esente da pericolo, sono indicate sul materiale elettrico stesso oppure, qualora ciò non sia possibile, su una scheda che l'accompagna.</li> <li>b. Il <u>marchio di fabbrica</u> o il <u>marchio commerciale</u> sono apposti distintamente sul materiale elettrico oppure, se ciò non è possibile, sull'imballaggio.</li> <li>c. Il materiale elettrico e le sue parti costitutive sono costruiti in modo da poter essere <u>collegati</u> in maniera <u>sicura ed adeguata</u>.</li> <li>d. Il materiale elettrico è progettato e fabbricato in modo da assicurare la protezione dei pericoli citati ai punti 2 e 3 del presente allegato, purché esso sia adoperato in conformità della sua destinazione e osservando le norme di manutenzione.</li> </ol> <p><b>2. Protezione dai pericoli che possono derivare dal materiale elettrico</b></p> <p>In conformità del punto 1 sono previste misure di carattere tecnico affinché:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. le <u>persone</u> e gli <u>animali domestici</u> siano <u>adeguatamente protetti</u> dal pericolo di <u>ferite</u> o di altri <u>danni</u> che possono derivare da <u>contatti diretti e indiretti</u>;</li> <li>b. non possono prodursi <u>sovratemperature</u>, <u>archi elettrici</u> o <u>radiazioni</u> che possano causare un pericolo;</li> <li>c. le <u>persone</u>, gli <u>animali domestici</u> e gli <u>oggetti</u> siano adeguatamente protetti dai pericoli di natura <u>non elettrica</u> che, come insegna l'esperienza, possono derivare dal materiale elettrico;</li> <li>d. l'<u>isolamento</u> sia proporzionato alle sollecitazioni previste.</li> </ol> <p><b>3. Protezione dai pericoli dovuti all'influenza di fattori esterni sul materiale elettrico</b></p> <p>In conformità del punto 1, sono previste misure di ordine tecnico affinché il materiale elettrico:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. presenti le <u>caratteristiche meccaniche</u> richieste in modo da non causare pericolo alle <u>persone</u>, agli <u>animali domestici</u> e agli <u>oggetti</u>;</li> <li>b. sia <u>resistente</u> a fenomeni di natura <u>non meccanica</u> nelle condizioni ambientali previste, in modo da non causare pericolo alle <u>persone</u>, agli <u>animali domestici</u> e agli <u>oggetti</u>;</li> <li>c. nelle condizioni di <u>sovraccarico</u> previste, non causi pericolo alle <u>persone</u>, agli <u>animali domestici</u> e agli <u>oggetti</u>.</li> </ol>
<p><b>Normative applicabili per il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza</b></p>	<p>Nell'ordine:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Norme armonizzate</u> (HD) o <u>norme europee</u> (EN);</li> <li>b. <u>Norme CEE-el</u> o <u>IEC</u> (International Electrotechnical Commission);</li> <li>c. <u>Norme del paese</u> (membro CEE) in cui il materiale è stato prodotto.</li> </ol> <p>In caso di contestazione sulla conformità del materiale elettrico il costruttore o l'importatore può presentare una relazione elaborata da uno degli organismi notificati. L'elenco completo di detti organismi è contenuto nella comunicazione 2004/C299/07 (G.U.C.E. 04/12/2004 n.C299), mentre l'elenco delle norme armonizzate è contenuto nella comunicazione 2008/C221/01 (G.U.C.E. 29/08/2008 n.C221) (v. <a href="http://eur-lex.europa.eu/it/index.htm">http://eur-lex.europa.eu/it/index.htm</a>).</p>
<p><b>Obblighi del costruttore</b></p>	<p>Apposizione della <u>Marcatura CE di conformità</u> e redazione della <u>Dichiarazione CE di conformità</u>.</p> <p>Nel fare questo il costruttore dichiara che il prodotto risulta conforme ai <u>requisiti essenziali</u> di sicurezza avendo anche espletato quanto previsto ai fini del <u>controllo interno di fabbricazione</u></p>

<p><b>Marchatura CE e Dichiarazione CE di conformità</b> (allegato II - L.791/77)</p>	<p><u>Prima dell'immissione in commercio</u>, il materiale elettrico di cui alla presente direttiva deve essere munito della <u>marcatura CE</u> da apporre direttamente sullo stesso o in alternativa, sull'imballaggio, sull'avvertenze d'uso, o sul certificato di garanzia in modo visibile, facilmente <u>leggibile e indelebile</u>; è vietato apporre ogni altra marcatura che possa tranne in inganno i terzi sul significato e sul simbolo grafico della marcatura CE. Qualora il materiale elettrico sia disciplinato anche da <u>altre direttive</u> relative ad aspetti diversi e che prevedono l'apposizione della marcatura CE, questa indica che tale materiale si presume soddisfare anche le disposizioni di queste <u>altre direttive</u>.</p> <p><b>A. Marcatura CE di conformità.</b> La marcatura CE di conformità è costituita dalle iniziali "CE" secondo il simbolo grafico riportato nella figura seguente:</p>  <p>⇒ In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le <u>proporzioni</u> indicate dal simbolo graduato riportato nella figura di cui sopra</p> <p>⇒ I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale che non può essere inferiore a <u>5 mm</u>.</p> <p><b>B. Dichiarazione di conformità.</b> La dichiarazione di conformità deve comprendere i seguenti elementi:</p> <p>⇒ <u>nome e indirizzo del fabbricante</u> o del suo <u>mandatario</u> stabilito nella Comunità;</p> <p>⇒ <u>descrizione del materiale elettrico</u>;</p> <p>⇒ <u>riferimento alle norme armonizzate</u>;</p> <p>⇒ eventuale <u>riferimento alle specifiche</u> per le quali è dichiarata la conformità;</p> <p>⇒ <u>identificazione del firmatario</u> che ha il potere di impegnare il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità;</p> <p>⇒ <u>le ultime due cifre dell'anno in cui è stata apposta la marcatura CE</u>.</p>
<p><b>Controllo interno della fabbricazione</b> (allegato III - L.791/77)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Il <u>controllo interno alla fabbricazione</u> è la procedura con la quale il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità, che soddisfa gli obblighi di cui al paragrafo 2, si <u>accerta e dichiara</u> che il materiale elettrico <u>soddisfa i requisiti della direttiva</u> ad essi applicabili. Il <u>fabbricante</u> o il suo <u>mandatario</u> stabilito nella Comunità <u>appone la marcatura CE a ciascun prodotto e redige una dichiarazione scritta di conformità</u>.</li> <li>2. Il <u>fabbricante</u> prepara la <u>documentazione tecnica descritta al paragrafo 3</u>; il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità tiene questa documentazione nel territorio della Comunità a disposizione delle autorità nazionali a fini ispettivi per almeno <u>10 anni</u> a decorrere dall'ultima data di fabbricazione del prodotto. Nel caso in cui né il fabbricante né il suo mandatario siano stabiliti nella Comunità, l'obbligo incombe alla persona responsabile dell'immissione del materiale elettrico nel mercato comunitario.</li> <li>3. La <u>documentazione tecnica</u> deve consentire di valutare la <u>conformità del materiale elettrico</u> ai requisiti della direttiva. Essa deve comprendere, nella misura necessaria a tale valutazione, il <u>progetto</u>, la <u>fabbricazione</u> ed il <u>funzionamento</u> del materiale elettrico; essa contiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ la <u>descrizione generale</u> del materiale elettrico;</li> <li>⇒ <u>disegni di progettazione e fabbricazione</u> nonché <u>schemi di componenti, sottounità, circuiti</u>;</li> <li>⇒ le <u>descrizioni e le spiegazioni necessarie</u> per <u>comprendere tali disegni e schemi</u> e il <u>funzionamento</u> del materiale elettrico;</li> <li>⇒ un <u>elenco delle norme</u> che sono state applicate completamente o in parte e la descrizione delle soluzioni adottate per soddisfare gli aspetti di sicurezza della direttiva qualora non siano state applicate le norme;</li> <li>⇒ i risultati dei <u>calcoli di progetto</u> e dei <u>controlli svolti</u>, ecc.;</li> <li>⇒ i <u>rapporti sulle prove effettuate</u>;</li> </ul> </li> <li>4. Il <u>fabbricante</u> o il suo <u>mandatario</u> conserva <u> copia della dichiarazione di conformità</u> insieme con la <u>documentazione tecnica</u>.</li> <li>5. Il <u>fabbricante</u> prende tutte le misure necessarie affinché il <u>processo di fabbricazione</u> garantisca la <u>conformità dei prodotti</u> alla <u>documentazione tecnica</u> di cui al paragrafo 2 e ai requisiti della presente direttiva che ad essi si applicano.</li> </ol>
<p><b>Sanzioni</b></p>	<p><u>Divieto di ulteriore commercializzazione</u> dei prodotti sui quali risulti la mancanza o la irregolare apposizione della marcatura CE. Per il <u>costruttore</u> si applica una sanzione amministrativa da <u>L.40.000 a L.240.000 per ogni pezzo</u>, ed in ogni caso non inferiore a <u>L.20.000.000</u> e non superiore a <u>L.120.000.000</u>. Per il <u>venditore</u> o l'<u>installatore</u> si applica una sanzione amministrativa da <u>L.40.000 a L.240.000 per ogni pezzo</u> ed in ogni caso non inferiore a <u>L.1.500.000</u> e non superiore a <u>L.9.000.000</u>.</p>
<p><b>Disposizioni transitorie</b></p>	<p>Dal 31/12/96 è vietato immettere sul mercato (ovvero il costruttore non può più vendere al grossista) materiale elettrico rientrante nella direttiva bassa tensione non marcato CE; mentre per il materiale già immesso sul mercato (ovvero in magazzino presso il grossista, il negoziante o l'installatore) alla data del 21/12/96 è consentita la <u>vendita</u> e l'<u>installazione</u> per un <u>periodo indeterminato</u> purché risulti conforme ai requisiti di sicurezza previsti dalla legislazione vigente prima del 31/12/96 (ovvero la sola conformità agli obiettivi di sicurezza contenuti nella L.791/77).</p>

### 1.3.3. Direttiva 2004/108/CE

La Direttiva 2004/108/CE è stata recepita con il **D.Lgs. 6 Novembre 2007, n°194: Attuazione della direttiva 2004/108/CE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.** (S.O.G.U. n°261, 9/11/2007).

Il **D.Lgs 194/2007** disciplina la compatibilità elettromagnetica delle apparecchiature (apparecchi o impianti fissi) e prescrive la conformità delle stesse ad un livello adeguato di compatibilità elettromagnetica. L'allegato I del D.Lgs 194/2007 stabilisce che le apparecchiature debbono essere progettate e fabbricate, secondo le tecniche più recenti, in modo tale che:

a) le perturbazioni elettromagnetiche prodotte non raggiungano un'intensità tale da impedire il normale funzionamento delle apparecchiature radio e di telecomunicazione;

b) presentino un livello d'immunità alle perturbazioni elettromagnetiche prevedibili nelle condizioni d'uso cui sono destinate tale da preservarne il normale funzionamento da un deterioramento inaccettabile.

Per i quadri elettrici le prescrizioni e le verifiche tecniche ai fini della certificazione della conformità relative alla Direttiva 2004/108/CE sono contenute nelle stesse norme che si applicano ai fini della direttiva 73/23/CEE. A questo riguardo si veda il par.9.1.

## 1.4. Lavori Elettrici

### 1.4.1. Principi generali (Codice Civile e Penale)

#### Codice Civile

##### **Art. 2050. Responsabilità per l'esercizio di attività pericolose.**

Chiunque cagiona danno ad altri nello svolgimento di una attività pericolosa, per sua natura o per la natura dei mezzi adoperati, è tenuto al risarcimento, se non prova di avere adottato tutte le misure idonee a evitare il danno.

##### **Art. 2087. Tutela delle condizioni di lavoro.**

L'imprenditore è tenuto ad adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro.

- omissis -

#### Codice Penale

##### **Art. 437. Rimozione od omissione dolosa di cautele contro infortuni sul lavoro.**

Chiunque omette di collocare impianti, apparecchi o segnali destinati a prevenire disastri o infortuni sul lavoro, ovvero li rimuove o li danneggia, è punito con la reclusione da sei mesi a cinque anni. Se dal fatto deriva un disastro o un infortunio, la pena è della reclusione da tre a dieci anni.

##### **Art. 451. Omissione colposa di cautele o difese contro disastri o infortuni sul lavoro.**

Chiunque, per colpa, omette di collocare, ovvero rimuove o rende inservibili apparecchi o altri mezzi destinati all'estinzione di un incendio, o al salvataggio o al soccorso contro disastri o infortuni sul lavoro, è punito con la reclusione fino a un anno o con la multa da euro 103 a euro 516.

##### **Art. 589. Omicidio colposo.**

Chiunque cagiona per colpa la morte di una persona è punito con la reclusione da sei mesi a cinque anni. Se il fatto è commesso con violazione delle norme sulla disciplina della circolazione stradale o di quelle per la prevenzione degli infortuni sul lavoro la pena è della reclusione da due a sette anni.

Si applica la pena della reclusione da tre a dieci anni se il fatto e' commesso con violazione delle norme sulla disciplina della circolazione stradale da:

- 1) soggetto in stato di ebbrezza alcolica ai sensi dell'articolo 186, comma 2, lettera c), del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni;
- 2) soggetto sotto l'effetto di sostanze stupefacenti o psicotrope.

Nel caso di morte di più persone, ovvero di morte di una o più persone e di lesioni di una o più persone, si applica la pena che dovrebbe infliggersi per la più grave delle violazioni commesse aumentata fino al triplo, ma la pena non può superare gli anni quindici.

##### **Art. 590. Lesioni personali colpose**

Chiunque cagiona ad altri per colpa una lesione personale è punito con la reclusione fino a tre mesi o con la multa fino a euro 309.

Se la lesione è grave la pena è della reclusione da uno a sei mesi o della multa da euro 123 a euro 619, se è gravissima, della reclusione da tre mesi a due anni o della multa da euro 309 a euro 1.239.

Se i fatti di cui al secondo comma sono commessi con violazione delle norme sulla disciplina della circolazione stradale o di quelle per la prevenzione degli infortuni sul lavoro la pena per le lesioni gravi è della reclusione da tre mesi a un anno o della multa da euro 500 a euro 2.000 e la pena per le lesioni gravissime è della reclusione da uno a tre anni. Nei casi di violazione delle norme sulla circolazione stradale, se il fatto e' commesso da soggetto in

stato di ebbrezza alcolica ai sensi dell'articolo 186, comma 2, lettera c), del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, ovvero da soggetto sotto l'effetto di sostanze stupefacenti o psicotrope, la pena per le lesioni gravi e' della reclusione da sei mesi a due anni e la pena per le lesioni gravissime e' della reclusione da un anno e sei mesi a quattro anni.

Nel caso di lesioni di più persone si applica la pena che dovrebbe infliggersi per la più grave delle violazioni commesse, aumentata fino al triplo; ma la pena della reclusione non può superare gli anni cinque.

Il delitto è punibile a querela della persona offesa, salvo nei casi previsti nel primo e secondo capoverso, limitatamente ai fatti commessi con violazione delle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro o relative all'igiene del lavoro o che abbiano determinato una malattia professionale.

### Graduazione delle lesioni personali ex art 582 e 583 C.P.

LESIONE LIEVISSIMA	Malattia/prognosi: non superiore a 20 giorni
LESIONE LIEVE	Malattia/prognosi: compresa fra 21 e 40 giorni
LESIONE GRAVE	Malattia/prognosi superiore a 40 giorni Oppure: ⇒ incapacità di attendere alle ordinarie occupazioni superiore a 40 giorni; ⇒ pericolo di vita; ⇒ indebolimento permanente di un senso o di un organo.
LESIONE GRAVISSIMA	Malattia certamente o probabilmente insanabile Oppure: ⇒ perdita di un senso; ⇒ perdita di un organo; ⇒ perdita di un arto o mutilazione che renda l'arto inservibile; ⇒ perdita della capacità di procreare; ⇒ permanente e grave difficoltà della favella; ⇒ deformazione permanente o sfregio del viso.

Lesione personale	Dolosa <sup>(1)(2)</sup>	Colposa <sup>(1)(3)</sup>	Colposa (derivante da fatti connessi con la violazione delle norme sulla sicurezza sul lavoro)
LIEVISSIMA	Si procede: ⇒ a querela di parte offesa in assenza di aggravanti; ⇒ d'ufficio in presenza di aggravanti (ex art.583 C.P.) <sup>(2)</sup>	Si procede a querela della parte offesa	Si procede: ⇒ a querela della parte offesa; ⇒ d'ufficio se in presenza di altro reato così perseguibile (ex artt. 437 e 451 C.P.)
LIEVE	Si procede d'ufficio <sup>(2)</sup>		Si procede d'ufficio <sup>(2)</sup>
GRAVE			
GRAVISSIMA			

Fonte: V.Patussi, M.Bacciconi, P.Pisi, in "Ambiente e Sicurezza - Il Sole 24 Ore" n.2 del 30/01/01 ed. Pirola

1) art.43 C.P.

2) È fatto obbligo di referto (art.365 C.P. e 334 C.P.P.). Si ricorda che tra le circostanze aggravanti è da collocarsi anche le condizioni di pericolo di vita.

3) La procedibilità a querela di parte offesa è ovviamente subordinata all'assenza di altro reato (determinante o concomitante il fatto che ha cagionato la lesione colposa) che di per se stesso possa imporre il procedere d'ufficio.

## **1.4.2. DLgs. 81/08** (per il testo completo vedi il documento indicato al punto 1.1 del par.14.2 - Testo aggiornato e coordinato D.lgs. 81/08)

### **Obblighi del datore di lavoro (art.80):**

1. Salvaguardia dei lavoratori da tutti i rischi di natura elettrica, ed in particolare:
  - a) contatti diretti ed indiretti;
  - b) innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature, archi elettrici e radiazioni;
  - c) innesco di esplosioni;
  - d) fulminazione diretta ed indiretta;
  - e) sovratensioni;
  - f) altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.
2. Valutazione dei rischi, tenendo in considerazione:
  - a) condizioni e caratteristiche specifiche del lavoro con le eventuali interferenze;
  - b) i rischi presenti nell'ambiente di lavoro;
  - c) tutte le condizioni di esercizio prevedibili.
3. Adozione, a seguito della valutazione dei rischi, di tutte le misure tecniche ed organizzative necessarie a:
  - a) eliminare o ridurre al minimo i rischi presenti;
  - b) individuare i DPI, collettivi ed individuali, necessari alla conduzione in sicurezza dei lavori;
  - c) predisporre le procedure di uso e di manutenzione atte a garantire nel tempo la permanenza del necessario livello di sicurezza richiesto.

### **Requisiti di sicurezza (art.81):**

1. Impiego esclusivamente di materiali, macchinari, apparecchiature e impianti elettrici ed elettronici progettati, realizzati e costruiti, in conformità alla regola dell'arte.
2. L'adozione delle norme di buona tecnica di seguito elencate (all.IX D.Lgs. 81/08), fermo restando quanto contenuto nelle disposizioni legislative e regolamentari, per la progettazione e realizzazione dei prodotti ed impianti garantisce la conformità degli stessi alla regola dell'arte:
  - a) UNI (Ente Nazionale di Unificazione);
  - b) CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
  - c) CEN (Comitato Europeo di normalizzazione);
  - d) CENELEC (Comitato Europeo per la standardizzazione Elettrotecnica);
  - e) IEC (Commissione Internazionale Elettrotecnica);
  - f) ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione).L'applicazione delle suddette norme è finalizzata all'individuazione delle misure di cui all'articolo 1 del D.Lgs.81/08 e dovrà tenere conto dei seguenti principi:
  - ⇒ La scelta di una o più norme di buona tecnica deve essere indirizzata alle norme che trattano i rischi individuati.
  - ⇒ L'adozione di norme tecniche emesse da organismi diversi, deve garantire la congruità delle misure adottate nel rispetto dei rischi individuati.
3. Predisposizione delle procedure di uso e di manutenzione, tenendo conto di quanto contenuto nelle disposizioni legislative e regolamentari e nelle norme di buona tecnica di cui sopra.

### **Lavori sotto tensione (art.82):**

1. Divieto di eseguire lavori sotto tensione. E' possibile derogare da tale divieto per le tensioni di sicurezza (<50 V c.a. e < 120 V c.c. SELV), nonché quando i lavori sono eseguiti nel rispetto delle seguenti condizioni:
  - a) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica (CEI CT 78);
  - b) per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua:
    - 1) l'esecuzione di lavori su parti in tensione deve essere affidata a lavoratori riconosciuti

dal datore di lavoro come idonei per tale attività secondo le indicazioni della pertinente normativa tecnica (CEI CT 78);

2) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica (CEI CT 78);

c) per tensioni nominali superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua purché:

1) i lavori su parti in tensione sono effettuati da aziende autorizzate con specifico provvedimento dei competenti uffici del Ministero del lavoro e della previdenza sociale ad operare sotto tensione;

2) l'esecuzione di lavori su parti in tensione è affidata a lavoratori abilitati dal datore di lavoro ai sensi della pertinente normativa tecnica (CEI CT 78) riconosciuti idonei per tale attività;

3) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica (CEI CT 78).

### **Lavori (non elettrici) in prossimità di parti attive (art.83):**

1. Divieto di eseguire lavori non elettrici in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette a distanze inferiori ai limiti di seguito riportati (all.IX), salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi:

Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette

Un (kV)	Distanza minima consentita (m)
≤ 1	3
10	3,5
15	3,5
132	5
220	7
380	7

2. Si considerano idonee le procedure di buona tecnica di cui all'articolo 81.

### **Protezione da fulmini (art.84):**

1. Obbligo, da parte del datore di lavoro di proteggere gli edifici, gli impianti, le strutture e le attrezzature dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica (CEI CT 81).

### **Protezione di edifici, impianti, strutture ed attrezzature (art.85):**

1. Obbligo, da parte del datore di lavoro di proteggere gli edifici, gli impianti, le strutture e le attrezzature dai pericoli determinati dall'innescio elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive utilizzando le norme di buona tecnica (CEI CT 31).

### **Verifiche (art.86):**

1. Obbligo, da parte del datore di lavoro (fermo restando le verifiche di cui al D.P.R. 462/01) di provvedere ai controlli sugli impianti elettrici e di protezione dalle scariche atmosferiche secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.

### **Lavori in prossimità di parti attive nei cantieri temporanei o mobili (art.117):**

1. Obbligo di attuare, fermo restando le norme di buona tecnica, una delle seguenti precauzioni nei lavori in prossimità di linee o impianti elettrici con parti attive non protette (o non sufficientemente protette) posti all'interno di cantieri temporanei o mobili:

a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;



- b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
- c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.
2. La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti. Comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'allegato IX o a quelli risultanti dall'applicazione delle pertinenti norme tecniche.

**Protezione dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici (vedi artt. 206 ÷ 212 e all. XXXVI).**

**Protezione da atmosfere esplosive (vedi artt.287÷297, all.XLIX e L).**

**Requisiti dei luoghi di lavoro (v. all.IV):**

Per la parte elettrica, in particolare:

- ⇒ 1.5.11: illuminazione di sicurezza di intensità sufficiente sulle vie ed uscite di emergenza che entri in funzione in caso di guasto dell'impianto elettrico;
- ⇒ 1.8.6: illuminazione appropriata dei luoghi di lavoro all'aperto;
- ⇒ 1.10: illuminazione artificiale dei luoghi di lavoro (in alternativa o aggiunta all'illuminazione naturale):
  - ⇒ livello ed intensità adeguato per salvaguardare la sicurezza, la salute ed il benessere dei lavoratori con particolare riguardo ai posti di lavoro ed ai passaggi;
  - ⇒ Predisposizione dell' illuminazione di sicurezza nei luoghi di lavoro con esposizione a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale;
  - ⇒ installazione dell'impianto di illuminazione in modalità tale che il tipo di illuminazione previsto non rappresenti un rischio di infortunio per i lavoratori; predisposizione di un impianto di illuminazione sussidiaria, adeguato alle condizioni e necessità di impiego, conservato in costante efficienza e da impiegare in caso di necessità. Nel caso di lavorazioni o ambienti particolarmente pericolosi (>100 persone, lavorazione materie esplosive, pregiudizio sicurezza in caso di abbandono macchine o apparati, ecc.) l'illuminazione sussidiaria deve entrare, in caso di necessità, immediatamente in funzione e garantire una illuminazione sufficiente per intensità, durata, numero e distribuzione delle sorgenti luminose.

**Costruzione attrezzature da lavoro (art.81, v. all.V):**

Anche per la costruzione delle attrezzature da lavoro vale quanto disposto dall'art.81, ovvero la conformità alle disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto e alle norme di buona tecnica.

Per le attrezzature da lavoro prevalentemente utilizzate all'interno di un cantiere si applica la direttiva 2006/42/CEE, (Direttiva Macchine) recepita con il D.Lgs. 27 gennaio 2010 n.17 che annulla e sostituisce la precedente direttiva 98/37/CE, che a sua volta ha annullato e sostituito la precedente direttiva 89/392/CEE (detta anche direttiva macchine), recepita con DPR 459/96, che rendeva obbligatoria la marcatura CE per le macchine nuove dal 21/09/96. Mentre per le attrezzature da lavoro costruite in assenza di disposizioni legislative o messe a disposizione dei lavoratori antecedentemente alla data della loro emanazione si applicano i requisiti di sicurezza contenuti nell'all.V.

Per ulteriori approfondimenti relativi alla Direttiva Macchine si vedano i documenti indicati al par. 14.2, punti: 6.2 (ANIE—Quadri bordo macchina), 9.1 (CEE - Guida all'applicazione della Direttiva Macchine) e 10.1 (ISPESL - Guida al confronto fra la nuova direttiva Macchine 2006/42/CE e la direttiva 98/37/CE).

### 1.4.3.Riepilogo Obblighi/Violazioni e Sanzioni

OBBLIGHI/VIOLAZIONI		SANZIONI
DATORE DI LAVORO (artt. 17, 28 e 29)		(art.55)
Mancata <u>valutazione di tutti i rischi</u> nell'ambito dell'apposito <u>Documento di Valutazione dei Rischi (DVR)</u> elaborato in collaborazione con l'RSPP ed il Medico competente (quando previsto)		Arresto da <u>3 a 6 mesi</u> <sup>(*)</sup> o <u>ammenda</u> da <u>2.500 a 6.400 €</u> .
Mancata <u>nomina dell'RSPP</u> o mancata <u>partecipazione all'apposito corso</u> in caso di autonominata.		
Incompleta <u>compilazione del DVR</u> con misure adottate, DPI, programma, responsabili dell'adeguamento, o <u>mancata consultazione del RLS</u> .		Ammenda da <u>2.000 a 4.000 €</u> .
Mancato <u>aggiornamento del DVR (entro 30 gg)</u> in caso di modifiche produttive, infortuni significativi, richiesta del medico competente, adeguamento tecnologico.		
<u>Documento dei criteri di valutazione</u> mancante, o mancata <u>individuazione delle mansioni</u> che richiedono capacità, esperienza e formazione.		Ammenda da <u>1.000 a 2.000 €</u> .
DATORE DI LAVORO E DIRIGENTI (artt., 3, 18, 26 e 43)		(art.55)
Mancata <u>informazione ai volontari</u> sui rischi specifici e le misure adottate.		Arresto da <u>2 a 4 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>750 a 4.000 €</u> .
Mancata <u>consegna al RLS del DVR</u> (da consultare solo in azienda) e dei <u>dati relativi agli infortuni</u> .		
Mancata <u>informazione alle ditte appaltatrici o fornitrici d'opera</u> o somministrazione di <u>informazioni</u> sui rischi <u>specifici presenti</u> e sulle <u>misure adottate</u> .		
Mancata <u>organizzazione dei rapporti</u> con i <u>servizi pubblici di emergenza</u> e modalità di <u>trasporto degli infortunati</u> .		
Mancata <u>designazione degli addetti alla prevenzione incendi</u> e <u>primo soccorso</u> .		
Mancata <u>informazione dei lavoratori a rischio</u> su <u>comportamenti a rischio</u> e sulle <u>misure di prevenzione da adottare</u> .		
Mancata <u>informazione a tutti i lavoratori</u> sulle misure in caso di <u>pericolo grave</u> ed <u>immediato</u> e sulla <u>ripresa del lavoro</u> .		
Mancata <u>verifica dell'idoneità tecnico-professionale</u> delle <u>imprese</u> o <u>lavoratori autonomi</u> per l'affidamento dei <u>lavori di appalto</u> .		Arresto da <u>2 a 4 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>1.000 a 4.800 €</u> .
Mancata <u>verifica idoneità dei lavoratori</u> prima della mansione.		Arresto da <u>2 a 4 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>1.200 a 5.200 €</u> .
<u>Incarichi rischiosi</u> affidati a <u>lavoratori</u> in assenza di adeguata <u>formazione e addestramento</u> .		
Mancata richiesta <u>dell'osservanza delle misure di prevenzione</u> ed <u>utilizzo dei DPI</u> .		
Mancata <u>protezione popolazione</u> ed <u>ambiente esterno</u> .		
Mancata <u>informazione ai lavoratori</u> sui <u>rischi aziendali e specifici</u> , agli <u>incaricati prevenzione incendi</u> e <u>primo soccorso</u> .		
Mancata <u>formazione ai lavoratori</u> sui <u>rischi aziendali e specifici</u> , agli <u>incaricati prevenzione incendi</u> e <u>primo soccorso</u> e al <u>RLS</u> .		
Mancate <u>misure di prevenzione incendi</u> e assenza di <u>mezzi di estinzione</u> (estintori, manichette, ecc.)		

OBBLIGHI/VIOLAZIONI	SANZIONI
DATATORE DI LAVORO E DIRIGENTI (artt., 3, 18, 26 e 43) (art.55)	
Mancata <u>nomina del Medico competente, fornitura dei DPI</u> (sentito RSPP e medico); mancato <u>aggiornamento delle misure</u> di prevenzione in base a modifiche organizzative o produttive.	<u>Arresto</u> da <u>2 a 4 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>1.500 a 6.000 €</u>
Mancata <u>cooperazione</u> sulla <u>sicurezza</u> e <u>redazione</u> del <u>DUVRI</u> (Documento Unico Valutazione Rischio da Interferenze).	<u>Ammenda</u> da <u>2.000 a 4.000 €</u>
Mancato <u>controllo sanitario</u>	
Mancata <u>custodia</u> del <u>DVR</u> (Documento Valutazione dei Rischi)	<u>Sanzione amministrativa</u> da <u>2.000 a 6.000 €</u>
Riunione <u>periodica di sicurezza</u> non trattante tutti gli argomenti previsti da art. 35, comma 2.	
<u>Esecuzione di accertamenti sanitari vietati</u> (accertamento di gravidanza).	
Mancata <u>comunicazione</u> all'Inail e all'Ipsema degli <u>infortuni superiori a 3 giorni entro 48 ore</u> .	<u>Sanzione amministrativa</u> da <u>1.000 a 4.500 €</u>
Mancata <u>comunicazione all' RSPP</u> dei <u>dati necessari</u> per la <u>valutazione dei rischi</u> .	
Mancata <u>comunicazione</u> al medico della <u>cessazione</u> del <u>rapporto di lavoro</u> dei <u>lavoratori</u> .	<u>Sanzione amministrativa</u> da <u>500 a 1.800 €</u>
Mancata <u>comunicazione all'Inail e all'Ipsema</u> degli <u>infortuni</u> da <u>1 a 3 giorni</u> entro <u>48 ore</u> .	
Mancata <u>custodia per 10 anni</u> e <u>consegna</u> in caso di <u>cessazione del rapporto</u> di lavoro della cartella sanitaria.	
Mancata <u>consegna ai lavoratori in appalto</u> della <u>tessera di riconoscimento</u> .	<u>Sanzione amministrativa</u> da <u>100 a 500 €</u> per <u>ogni lavoratore</u>
PREPOSTO (art.19) (art.56)	
Mancata <u>vigilanza</u> sulla osservanza da parte dei singoli <u>lavoratori</u> dei loro <u>obblighi</u> e <u>informazione</u> ai loro superiori diretti o il datore di lavoro su tutte le <u>deficienze riscontrate</u> .	<u>Arresto</u> fino a <u>2 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>400 a 1.200 €</u>
Mancata <u>verifica sull'accesso ai luoghi da lavoro pericolosi</u> ; <u>sull'osservanza delle misure</u> per il controllo delle situazioni di <u>rischio</u> in caso di <u>emergenza</u> e <u>informazione su emergenze</u> e <u>prevenzione</u> .	<u>Arresto</u> fino a <u>1 mese</u> o <u>ammenda</u> da <u>200 a 800 €</u>
Mancata <u>partecipazione al corso di formazione specifico</u> per <u>Preposti</u> .	
PROGETTISTI (art.22) (art.57)	
<u>Progetti</u> non rispettanti i <u>principi generali di prevenzione</u> e <u>scelta di attrezzature e componenti a norma</u> .	<u>Arresto</u> fino a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>1.500 a 6.000 €</u>
FABBRICANTI E FORNITORI (art.23) (art.57)	
<u>Fabbricazione, vendita, noleggio e concessione in uso di attrezzature, DPI e impianti</u> non a norma.	<u>Arresto</u> da <u>3 a 6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>10.000 a 40.000 €</u>
INSTALLATORI (art.24) (art.57)	
<u>Progetti</u> non rispettanti i <u>principi generali di prevenzione</u> e <u>scelta di attrezzature e componenti non a norma</u> .	<u>Arresto</u> fino a <u>3 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>1.200 a 5.200 €</u>

OBBLIGHI/VIOLAZIONI	SANZIONI
<b>MEDICO COMPETENTE (artt.25, 40 e 41)</b>	
<b>(art.58)</b>	
Mancata <u>consegna</u> della <u>cartella sanitaria</u> al <u>lavoratore</u> alla <u>cessazione del rapporto di lavoro</u> o mancata <u>consegna</u> al <u>datore di lavoro</u> alla <u>cessazione dell'incarico</u> della <u>documentazione</u> in suo possesso.	Arresto fino a <u>1 mese</u> o <u>ammenda</u> da <u>200</u> a <u>800 €</u>
Mancata <u>programmazione</u> della <u>sorveglianza sanitaria</u> , <u>redazione cartelle</u> , <u>informazione</u> dei <u>lavoratori</u> sul <u>significato</u> della <u>sorveglianza</u> .	Arresto fino a <u>2 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>300</u> a <u>1.200 €</u>
Mancata <u>collaborazione</u> col <u>datore di lavoro</u> alla <u>valutazione dei rischi</u> , con <u>visita</u> agli <u>ambienti di lavoro</u> almeno una volta l'anno.	Arresto fino a <u>2 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>400</u> a <u>1.600 €</u>
Mancata <u>comunicazione</u> al <u>lavoratore</u> dei <u>risultati</u> relativi alla <u>sorveglianza</u> con <u>fornitura</u> dei <u>dati relativi</u> nel corso della <u>riunione programmata</u> .	Sanzione amministrativa da <u>600</u> a <u>2.000 €</u>
Mancata <u>comunicazione</u> al <u>SSN</u> di <u>dati</u> relativi alla <u>sorveglianza</u> ed esecuzione di <u>accertamenti vietati</u> sui <u>lavoratori</u> .	Sanzione amministrativa da <u>1.000</u> a <u>4.000 €</u>
<b>LAVORATORI (art. 20 e 43)</b>	
<b>(art.59)</b>	
Mancata <u>osservanza</u> degli <u>obblighi</u> e delle <u>istruzioni</u> sulla <u>sicurezza</u> e sulla <u>salute</u> .	Arresto fino a <u>1 mese</u> o <u>ammenda</u> da <u>200</u> a <u>600 €</u>
Non corretto <u>utilizzo</u> delle <u>attrezzature</u> di <u>lavoro</u> o <u>modifica/rimozione</u> dei <u>dispositivi</u> di protezione.	
Non corretto <u>utilizzo</u> delle <u>attrezzature</u> e <u>DPI</u> (guanti, tuta, occhiali, cuffie, ecc.), <u>apportazione</u> di <u>modifiche</u> o <u>mancata segnalazione</u> di <u>eventuali deficienze</u> degli stessi.	
Mancata <u>partecipazione</u> ai <u>corsi</u> di <u>formazione</u> .	
Mancata <u>esibizione</u> ai <u>lavoratori in appalto</u> della <u>tessera</u> di <u>riconoscimento</u> .	Sanzione amministrativa da <u>50</u> a <u>300 €</u>
<b>IMPRESA FAMILIARE e LAVORATORI AUTONOMI (art. 21)</b>	
<b>(art.60)</b>	
<u>Utilizzo</u> non corretto delle <u>attrezzature di lavoro</u> e dei <u>DPI</u> .	Arresto fino a <u>1 mese</u> o <u>ammenda</u> da <u>200</u> a <u>600 €</u>
Negli <u>appalti</u> , mancata <u>consegna</u> della <u>tessera</u> di <u>riconoscimento</u> ai <u>lavoratori</u>	Sanzione amministrativa da <u>50</u> a <u>300 €</u>
<b>ALTRO</b>	
Mancata <u>protezione</u> <u>impianti</u> ed <u>apparecchiature elettriche</u> (art. 80)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 87)
Presenza di <u>lavoratori irregolari</u> superiori al <u>20%</u> degli occupati	Sospensione attività fino a <u>2 anni</u> .
Mancato <u>adeguamento</u> dei <u>locali di lavoro</u> (art. 64)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 159)
Mancato <u>adeguamento</u> dei <u>cantieri</u> (art.90)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 165)
Mancato <u>adeguamento</u> della <u>segnaletica</u> (art. 163)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 178)
Mancata <u>notifica</u> per <u>luoghi di lavoro</u> con più di <u>3 lavoratori</u> (art. 250)	Sanzione amministrativa da <u>500</u> a <u>1.800 €</u> (art. 262)
Assenza di <u>ergonomia</u> nell'uso dei <u>videoterminali</u> (art.174)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 282)
Assenza di <u>protezione</u> da agenti <u>cancerogeni</u> e <u>biologici</u> (art.276)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 68)
Mancata <u>riduzione</u> dei <u>rischi</u> da <u>movimentazione manuale dei carichi</u> (art. 168)	Arresto da <u>3</u> a <u>6 mesi</u> o <u>ammenda</u> da <u>2.500</u> a <u>6.400 €</u> (art. 170)

## 1.5. Verifiche impianti elettrici nei luoghi di lavoro - D.P.R.462/01

Il DPR 462/01 ha abrogato espressamente gli artt.40 e 328 del DPR 547/55 e gli artt. 2,3 e 4 del DM 12/09/1959 e i modelli A, B e C allegati, introducendo nuove modalità per la denuncia, l'omologazione e le verifiche periodiche e straordinarie di installazioni e dispositivi di protezione dalle scariche atmosferiche, degli impianti elettrici di messa a terra e degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione. Per ulteriori approfondimenti si consiglia di scaricare le apposite Guide operative INAIL e Regione Toscana (punti 2.2 e 3.1, par.14.2)

### 1.5.1. Obblighi previsti dal D.P.R. 462/01

Impianto	Omologazione	Verifica a campione	Verifiche Periodiche	
			Periodicità della verifica (anni)	Ente Verificatore
Impianti di terra in luoghi ordinari	DICO <sup>(1)</sup>	ISPESL	5	ASL/ARPA o Organismo Abilitato <sup>(2)</sup>
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche in luoghi ordinari	DICO <sup>(1)</sup>	ISPESL	5	ASL/ARPA o Organismo Abilitato <sup>(2)</sup>
Impianti di terra nei cantieri edili, nei locali medici e negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio e con pericolo di esplosione	DICO <sup>(1)</sup>	ISPESL	2	ASL/ARPA o Organismo Abilitato <sup>(2)</sup>
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche in cantieri, locali medici, ambienti a maggior rischio in caso d'incendio	DICO <sup>(1)</sup>	ISPESL	2	ASL/ARPA o Organismo Abilitato <sup>(2)</sup>
Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione	ASL/ARPA <sup>(3)</sup>	NO	2	ASL/ARPA o Organismo Abilitato <sup>(2)</sup>

1. Dichiarazione di Conformità (All. I - D.M. 37/08, senza gli allegati, che dovranno essere comunque conservati presso il luogo ove è situato l'impianto), rilasciata dall'installatore a seguito delle necessarie verifiche eseguite dallo stesso. La Dichiarazione di Conformità dovrà essere inviata direttamente, con apposito modello di trasmissione a cura del datore di lavoro, all'ASL (per tutte le tipologie) e anche all'ISPESL (solo per gli impianti di messa a terra e di protezione dalle scariche atmosferiche) competenti per territorio, direttamente, oppure (ove operante) tramite lo Sportello Unico per le Attività Produttive, entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto. La messa in esercizio dell'impianto potrà essere effettuata solo dopo la verifica eseguita dall'installatore ed il conseguente rilascio della Dichiarazione di Conformità che equivale in questo caso all'omologazione dell'impianto.
2. Le verifiche periodiche dovranno essere richieste direttamente ed obbligatoriamente dal datore di lavoro, il quale potrà scegliere, in alternativa alle ASL locali anche appositi organismi appositamente abilitati allo scopo dal Ministero delle attività produttive. (per la lista completa vedi il documento di cui al punto 1.2 del par.14.2)
3. Il datore di lavoro dovrà trasmettere anche in questo caso all'ASL/ARPA di competenza (o al SUAP) entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto elettrico la dichiarazione di conformità che a differenza di quanto previsto per le altre tipologie d'impianto dovrà essere comprensiva di tutti gli allegati obbligatori indicati nel D.M. 37/08. In questo caso l'omologazione dell'impianto verrà effettuata, a seguito di verifica, direttamente dall'Azienda ASL/ARPA competente per territorio.

## 1.5.2 Verifiche e controlli da effettuare

**Impianto di messa a terra:** Durante la verifica dell'impianto di terra, oltre alla misura della resistenza di terra il tecnico deve controllare anche quelle parti dell'impianto elettrico che sono di evidente e immediata osservazione con un esame a vista (es. protezione dai contatti diretti, protezione dalle influenze esterne, installazione dei dispositivi di sezionamento e comando, colorazione dell'isolamento dei conduttori, ecc.). Sono di seguito indicate, a titolo di esempio, le parti della Guida CEI-ISPEL 64-14 che normalmente sono interessate al controllo durante l'effettuazione della verifica a campione.

Capitoli Guida CEI-ISPEL 64-14	Applicazione totale	Applicazione parziale
Cap.1 - Scopo e procedure fondamentali	Per quanto applicabile	
Cap.2 - Protezione contro i contatti indiretti	SI	
Cap.3 - Protezione contro i contatti diretti	SI	
Cap.4 - Protezione contro gli effetti termici e l'incendio		(*)
Cap.5 - Installazione dei dispositivi di sezionamento e comando	SI	
Cap.6 - Scelta dei componenti elettrici e corretta installazione		(*)
Cap.7 - Identificazione dei circuiti e dei dispositivi di protezione		(*)
Cap.8 - Accessibilità per interventi operativi e di manutenzione		(*)
Cap.9 - Condutture e connessioni		(*)
(*) Per quanto riscontrabile durante la verifica, ovvero non costituisce oggetto della verifica ma che comunque può essere riscontrato durante il controllo delle apparecchiature Nella lista non sono stati considerati i controlli sugli ambienti particolari (cap. 10 Guida CEI-ISPEL 64-10)		

### Impianto di protezione dalle scariche atmosferiche

La verifica in genere consiste in:

- ⇒ controllo della rispondenza dell'impianto ai dati di progetto relativamente all'impianto di terra;
- ⇒ esame a vista circa il corretto stato di installazione dell'LPS esterno e interno (EN62305-3 E.7.2.3.);
- ⇒ prove e misure (EN 62305-3 E.7.2.4).

## 1.5.3.Trasmissione Dichiarazione DM 37/08

L'invio della dichiarazione di conformità al SUAP, deve essere effettuato con le modalità indicate sul sito Internet del Comune di riferimento. Si evidenzia che gli sportelli unici di alcuni comuni richiedono il pagamento di un bollettino relativo alle spese di gestione pratica, quindi è sempre meglio contattare direttamente l'ufficio prima di spedire la documentazione. Il modello di trasmissione (INAIL 462-DE) va inviato a mezzo di una specifica modulistica di presentazione pratica, facilmente scaricabile da Internet.

Per ulteriori approfondimenti si consiglia di scaricare le apposite guide operative citate all'inizio del par.1.5

## 2. Effetti della corrente elettrica sul corpo umano

### Soglia di percezione:

**Corrente continua:** > 2 mA

**Corrente alternata:**

Frequenza 15 ÷ 100 Hz: > 0,5 mA;

Frequenza 100 ÷ 1000 Hz: 0,5 ÷ 1 mA;

Frequenza 1 ÷ 10 kHz: 1 ÷ 7,5 mA;

Frequenza 10 ÷ 100 kHz: 7,5 ÷ 100 mA;

Frequenza > 100 kHz: > 100 mA.

### Soglia di tetanizzazione:

**Corrente continua:** > 300 mA

**Corrente alternata:**

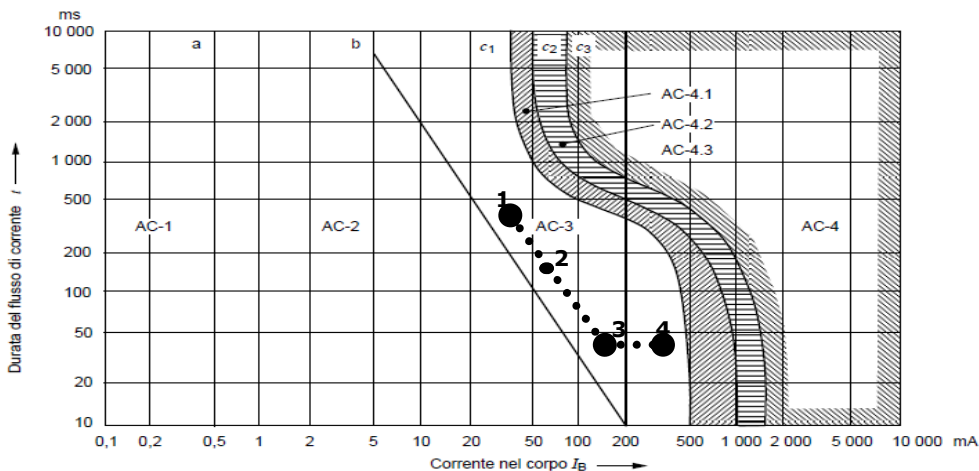
Frequenza 15 ÷ 100 Hz: > 10 mA;

Frequenza 100 ÷ 1000 Hz: 10 ÷ 18 mA;

Frequenza 1 ÷ 10 kHz: 18 ÷ 50 mA;

Frequenza > 10 kHz: ?.

**Corrente Alternata (da 15 a 100 Hz)**



Tempi e correnti di funzionamento interruttore differenziale istantaneo  $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ :

1)  $30 \text{ mA} \Rightarrow t_a \leq 300 \text{ ms}$

2)  $60 \text{ mA} \Rightarrow t_a \leq 150 \text{ ms}$

3)  $150 \text{ mA} \Rightarrow t_a \leq 40 \text{ ms}$  (corrente per contatto diretto a 230 V con 1500  $\Omega$  - ambiente ordinario)

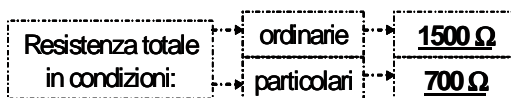
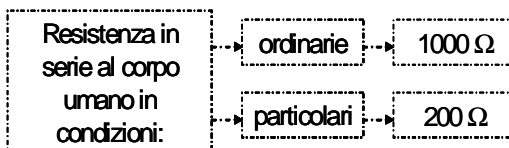
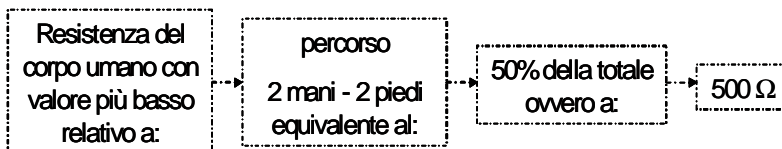
4)  $300 \text{ mA} \Rightarrow t_a \leq 40 \text{ ms}$  (corrente per contatto diretto a 230 V con 700  $\Omega$  - ambiente particolare)

Zone	Confini	Effetti fisiologici
AC-1	Sino a 0,5 mA curva a	Possibile la percezione, ma normalmente nessuna reazione
AC-2	0,5 mA sino alla curva b	Percezione e contrazioni muscolari involontarie probabili, ma normalmente nessun effetto fisiologico dannoso dovuto alla corrente elettrica
AC-3	Oltre la curva b	Forti contrazioni involontarie dei muscoli. Difficoltà di respirazione. Disturbi reversibili delle funzioni cardiache. Può verificarsi l'immobilizzazione. Gli effetti aumentano con l'intensità della corrente. Normalmente non sono previsti danni agli organi
AC-4 <sup>1)</sup>	Oltre la curva $c_1$  $c_1$ - $c_2$ $c_2$ - $c_3$ Oltre la curva $c_3$	Possono verificarsi effetti pato-fisiologici, come l'arresto cardiaco, il blocco respiratorio ed ustioni o altri danni cellulari. La probabilità di fibrillazione ventricolare aumenta con l'intensità della corrente e con la durata  AC-4.1 La probabilità di fibrillazione ventricolare aumenta sino a circa il 5 %. AC-4.2 La probabilità di fibrillazione ventricolare aumenta sino a circa il 50 %. AC-4.3 La probabilità di fibrillazione ventricolare supera il 50 %.

<sup>1)</sup> Per durate della corrente inferiori a 200 ms, la fibrillazione ventricolare inizia solamente all'interno del periodo vulnerabile quando vengono superate le soglie corrispondenti. Per quanto riguarda la fibrillazione ventricolare, questo valore si riferisce agli effetti della corrente che circola nel percorso mano sinistra-piedi. Per altri percorsi di corrente, deve essere preso in considerazione il fattore dipercorso.

## Impedenza complessiva del corpo umano a 230V:

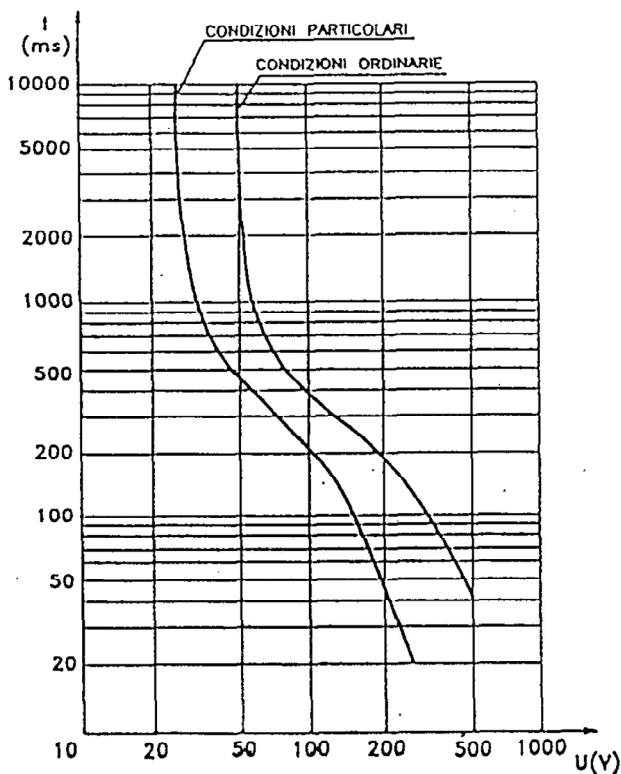
Cautelativamente è stato assunto come riferimento un percorso 2 mani - 2 piedi (es. persona che afferra con entrambe le mani un apparecchio elettrico ed ha i piedi sul suolo).



### Curve di sicurezza (tensione-tempo):

Le curve di sicurezza tensione-tempo su cui si basano tutti i parametri contenuti nella Norma CEI 64-8 relativi alla protezione dai contatti indiretti sono state elaborate ipotizzando:

- ⇒ Resistenza complessiva del corpo umano in condizioni ordinarie: 1500  $\Omega$
- ⇒ Resistenza complessiva del corpo umano in condizioni particolari: 700  $\Omega$
- ⇒ Limite di sicurezza: curva c1 grafico "Corrente Alternata (da 15 a 100 Hz)" (v. pag. precedente)





### 3. Dati di targa apparecchiature di protezione

#### 3.1. Fusibili

##### Dati di Targa fusibili limitatori in porcellana

Simbolo	Significato	
	Corrente nominale. Valori preferenziali della corrente nominale: 2 – 4 – 6 – 8 – 10 – 12 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1000 – 1250 A.	
	Caratteristica di intervento	
	$I_{nf}$	Corrente convenzionale di non fusione. Valore di corrente che la cartuccia può portare durante il tempo convenzionale senza che si verifichi la fusione dell'elemento fusibile, essa è pari a 1,25 volte la corrente nominale.
	$I_f$	Corrente convenzionale di fusione. Valore di corrente che provoca il funzionamento della cartuccia nel tempo convenzionale, essa è pari a 1,6 volte la corrente nominale.
		Tempo convenzionale: per fusibili $16 \leq I_n \leq 63$ : 1h; per fusibili $63 < I_n \leq 160$ : 2h; per fusibili $160 < I_n \leq 400$ : 3h; per fusibili $400 < I_n$ : 4h.
Categorie di utilizzazione		
<b>gG</b>	Fusibili con potere di interruzione a pieno campo (sovraccarico + cortocircuito) per uso generale.	
<b>gM</b>	Fusibili con potere di interruzione a pieno campo (sovraccarico + cortocircuito) per la protezione dei circuiti di motori.	
<b>aM</b>	Fusibili con potere di interruzione a campo ridotto (solo cortocircuito) per la protezione dei circuiti di motori se è richiesta la protezione anche dai sovraccarichi occorre utilizzare in aggiunta uno specifico dispositivo di protezione (es. relè termico).	

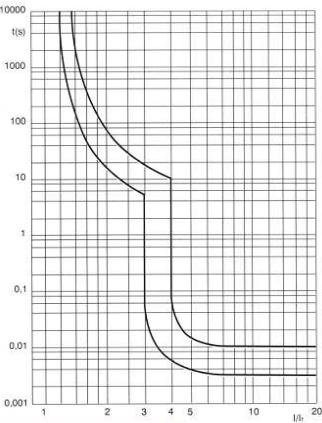
##### Dati di Targa fusibili tipo miniatura

Simbolo	Significato
	Corrente nominale. Da 2 mA a 10 A.
Caratteristica di intervento	
<b>FF</b>	Fusione ultrarapida: trovano impiego per la protezione di sistemi con transistor, semiconduttori,
<b>F</b>	Fusione rapida: vengono impiegati per la protezione di circuiti contro le sovracorrenti ed i cortocircuiti; è bene non inserirli in circuiti soggetti a sbalzi di corrente.
<b>M</b>	Fusione semiritardata: l'utilizzazione di questo tipo di fusibile è consigliata per la protezione del secondario dei trasformatori e per tutte quelle apparecchiature che hanno piccoli sbalzi di corrente.
<b>T</b>	Fusione ritardata: vengono impiegati per la protezione di apparecchiature dove sono frequenti sensibili sbalzi di corrente e trovano impiego per la protezione di motorini, trasformatori, condensatori, ecc.
<b>TT</b>	Fusione super-ritardata: vengono impiegati per la protezione di apparecchiature soggette a continui sbalzi di corrente e trovano impiego per la protezione di motori, trasformatori e condensatori, ecc.
Categorie di utilizzazione	
<b>H</b>	Elevato potere di interruzione (1500A).
<b>L</b>	Basso potere di interruzione (35A o $10I_n$ , prendendo il valore più alto)
Esempio di dati di targa: F400H250V, cartuccia a fusione rapida (F) con corrente nominale di 400 mA ad elevato potere di interruzione (H) e tensione nominale di 250V.	

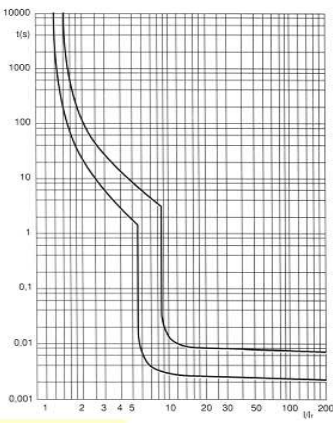
### 3.2 Interruttori magnetotermici e differenziali

#### Caratteristiche di intervento interruptori magnetotermici per uso domestico e similare

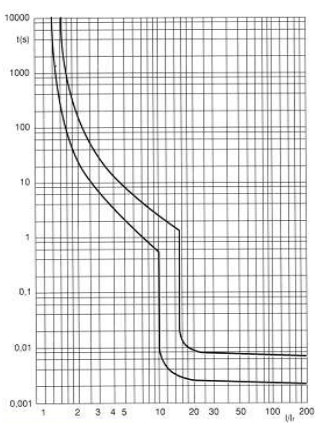
Tipo B = soglia di intervento magnetico 3÷5  $I_n$









Tipo C = soglia di intervento magnetico 5÷10  $I_n$



Tipo D = soglia di intervento magnetico 10÷20  $I_n$

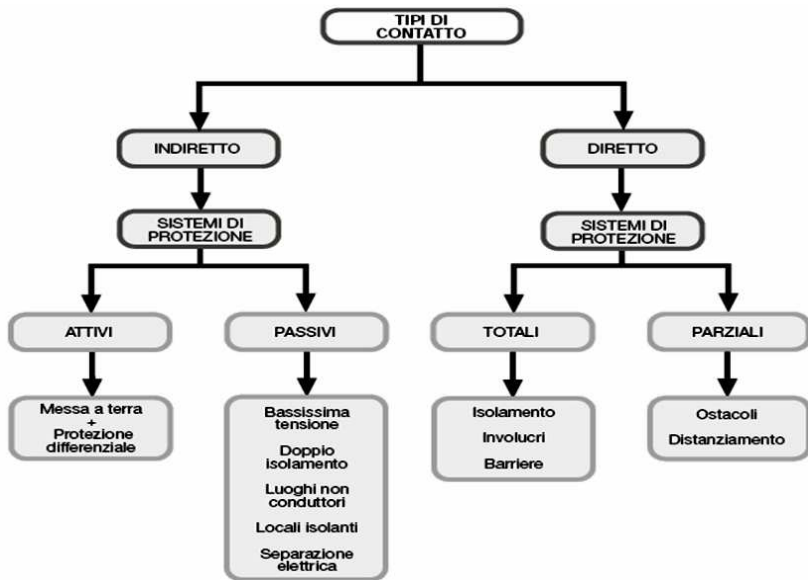


#### Dati di targa per interruptori differenziali per uso domestico e similare

Simbolo	Significato
$I_n$	Corrente nominale. Valori preferenziali della corrente nominale: 10 -13 - 16 -20 - 25 - 32 - 40 -63 -80 -100 -125 A.
$I_{\Delta n}$	Corrente differenziale d'intervento. Valori normali di corrente differenziale d'intervento: 0,01 - 0,03 - 0,1 - 0,3 - 0,5 A. (Il valore normale della corrente di non intervento differenziale è 0,5 $I_{\Delta n}$ ).
	Differenziali di tipo <u>AC</u> . Intervengono solo per correnti di guasto alternate.
	Differenziali di tipo <u>A</u> . Intervengono, entro certi limiti, anche per correnti di guasto unidirezionali pulsanti.
	Differenziali di tipo <u>B</u> . Intervengono anche per tutte le correnti di guasto unidirezionali (correnti continue).
	Differenziale <u>immune da interventi intempestivi</u> . Apparecchio immune dagli scatti intempestivi a seguito di onde di corrente di tipo impulsivo che circolano attraverso le capacità in aria esistenti tra impianto e terra, causate ad esempio da sovratensioni di origine atmosferica o dovute a manovre di grossi carichi sulla rete di alimentazione.
	Differenziali con <u>ritardo intenzionale</u> (selettivi).
	Differenziali adatti ad essere installati in ambienti con temperatura fino a <u>- 25 °C</u> .
T	Mezzo di azionamento del dispositivo di prova.

## 4. Protezione dai contatti diretti ed indiretti

### 4.1. Classificazione.

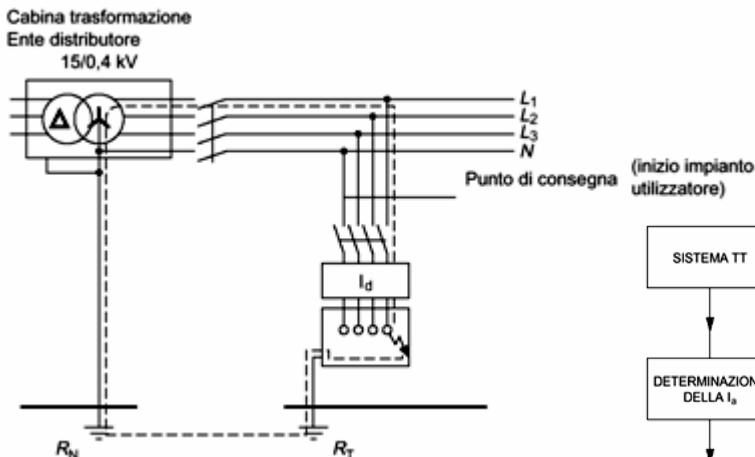


### 4.2. Protezione mediante bassissima tensione.

SISTEMI	Protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti	Protezione contro i contatti	
		Diretti	Indiretti
<b>SELV</b>  <b>PELV</b>	Per soddisfare la protezione combinata è necessario che: ⇒ $\leq 50V$ c.a. e $120V$ c.c. ⇒ sorgente di alimentazione di sicurezza ⇒ circuiti separati ⇒ no messa a terra SELV, si PELV ⇒ se la tensione $> 25V$ c.a. e $60V$ c.c. è necessario soddisfare il grado di protezione almeno IPXXB (oppure isolamento capace di resistere a $500V$ per 1 min) Negli ambienti bagnati max $12V$ c.c. o $30V$ c.c. (SELV) max $6V$ c.a o $15V$ c.c. (PELV)	Assicurata	Assicurata
<b>FELV</b>	Non considerata	E' necessario assicurare il grado di protezione IPXXB e IPXXD (oppure isolamento capace di resistere a $1500V$ per 1 min)	E' necessario applicare gli stessi metodi di protezione previsti per i sistemi di categoria I <sup>a</sup> .

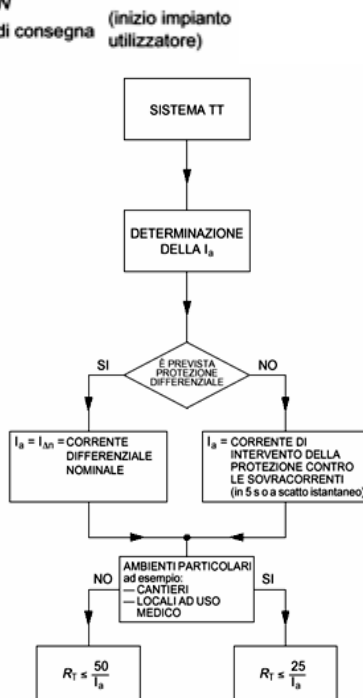
### 4.3. Protezione mediante messa a terra e interruttore automatico o differenziale.

#### Sistema TT:



La corrente  $I_a$  è la corrente che determina l'intervento del dispositivo di protezione (interruttore automatico o differenziale) in tempi non superiori a:

- ⇒ per gli interruttori automatici la " $I_a$ " deve determinare un intervento istantaneo se il dispositivo è dotato di sganciatori istantanei (magnetici o differenziali), oppure entro 5 s se dotato di sganciatori a tempo inverso (termici);
- ⇒ nei circuiti di distribuzione è ammesso l'uso di interruttori differenziali di tipo "S" con tempo di ritardo massimo di 1s.



$$R_T \leq U_L / I_a$$

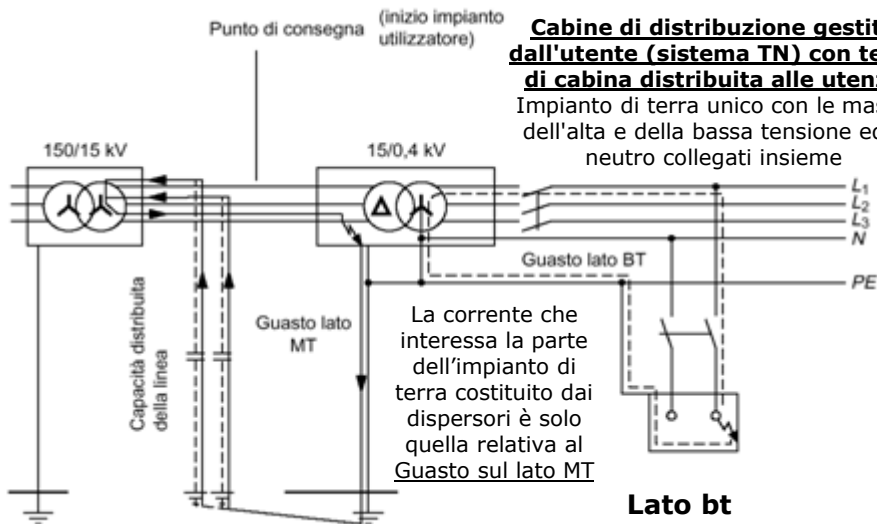
Impiego di interruttore automatico  
Tipo C -  $I_a = 10 I_N$

$I_N$ (A)	$I_a$ (A)	$R_{Tmax}$ (Ω) $U_L = 25V$	$R_{Tmax}$ (Ω) $U_L = 50V$
6	60	0,416	0,832
10	100	0,250	0,500
16	160	0,156	0,312
20	200	0,125	0,250
25	250	0,100	0,200
32	320	0,078	0,156
40	400	0,062	0,122
63	630	0,040	0,080

Impiego di interruttore differenziale  
Tipo AC -  $I_a = I_{\Delta N}$

$I_{\Delta N}$ (A)	$I_a$ (A)	$R_{Tmax}$ (Ω) $U_L = 25V$	$R_{Tmax}$ (Ω) $U_L = 50V$
0,01	0,01	2500	5000
0,03	0,03	833	1666
0,3	0,3	83,3	166,6
0,5	0,5	50	100
1	1	25	50
2,5	2,5	10	20
5	5	5	10
10	10	2,5	5

## Sistema TN:



### Cabine di distribuzione gestite dall'utente (sistema TN) con terra di cabina distribuita alle utenze

Impianto di terra unico con le masse dell'alta e della bassa tensione ed il neutro collegati insieme

#### **Lato MT**

$$U_T \leq U_{TP} \text{ e } U_S \leq 3U_{TP}$$

dove:

$U_T$  è la tensione di contatto (determinabile tramite misure);

$U_{TP}$  è la tensione di contatto ammissibile (v. grafico pagina successiva);

$U_S$  è la tensione di passo (determinabile tramite misure);

In alternativa (e più semplicemente):

$$U_E \leq U_{TP}$$

dove:

$U_E$  è la tensione totale di terra (data dal prodotto  $R_T \times I_G$ )

dove:

$R_T$  è il valore della resistenza di terra;

$I_G$  è il valore della corrente di guasto verso terra (dato ENEL)

Pertanto:

$$R_T \leq U_{TP}/I_G$$

$$Z_s \times I_a \leq U_o, \text{ dove:}$$

$Z_s$  è l'impedenza anello di guasto;

$I_a$  è la corrente d'intervento del dispositivo di protezione;

$U_o$  è la tensione verso terra.

Essendo:  $Z_s \times I_G = U_o$ , dove:

$I_G$  = corrente di guasto verso terra.

Deve essere quindi rispettata la seguente relazione:

$$I_G \geq I_a$$

Tempo di intervento massimo del dispositivo di protezione:

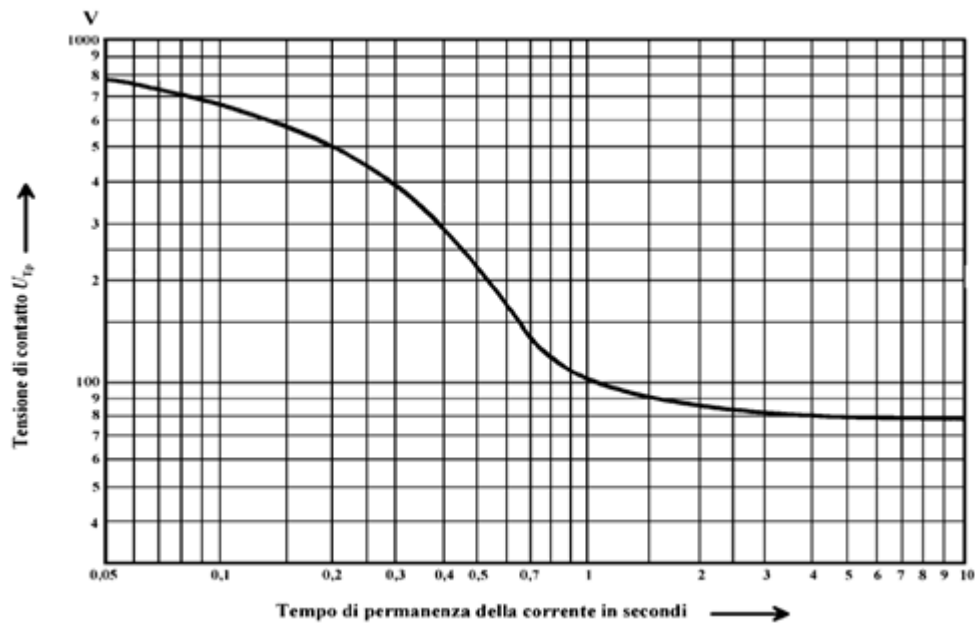
[0,4 o 0,2 s (rispettivamente per ambienti ordinari o particolari) per  $U_o = 230$  V] Circuiti terminali che alimentano prese a spina, apparecchi mobili, portatili o trasportabili di classe I.

[5s] Circuiti di distribuzione e circuiti terminali che alimentano solo componenti elettrici fissi a condizione che se altri circuiti terminali che richiedono un tempo di interruzione ridotto (0,4 o 0,2 s per  $U_o = 230$  V) sono collegati al quadro di distribuzione o al circuito di distribuzione che alimenta quel circuito terminale, sia soddisfatta una delle seguenti condizioni:

⇒ l'impedenza del conduttore di protezione tra il quadro di distribuzione ed il punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale non sia superiore a  $(50 \text{ o } 25) \cdot Z_s/U_o$  ( $\Omega$ );

⇒ esista un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi al quadro di distribuzione localmente gli stessi tipi di masse estranee indicati per il collegamento equipotenziale principale, e soddisfi le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale.

**Tensioni di contatto ammissibili  $U_{TP}$  per correnti di durata limitata**



Note: il valore in secondi del tempo di permanenza della corrente viene fornito dall'ENEL. Se la durata della corrente è molto più lunga di quanto mostrato nel grafico, si può usare per  $U_{TP}$  un valore di 75 V.

$t_p$ (s)	$U_{TP}$ (V)	$I_G$ (A)									
		5	10	20	25	50	75	100	125	150	200
		$R_{Tmax}$ ( $\Omega$ )									
0,04	800	160,00	80,00	40,00	32,00	16,00	10,67	8,00	6,40	5,33	4,00
0,08	700	140,00	70,00	35,00	28,00	14,00	9,33	7,00	5,60	4,67	3,50
0,15	577	115,40	57,70	28,85	23,08	11,54	7,69	5,77	4,62	3,85	2,89
0,20	500	100,00	50,00	25,00	20,00	10,00	6,67	5,00	4,00	3,33	2,50
0,25	444	88,80	44,40	22,20	17,76	8,88	5,92	4,44	3,55	2,96	2,22
0,3	398	79,60	39,80	19,90	15,92	7,96	5,31	3,98	3,18	2,65	1,99
0,4	289	57,80	28,90	14,45	11,56	5,78	3,85	2,89	2,31	1,93	1,45
0,5	213	42,60	21,30	10,65	8,52	4,26	2,84	2,13	1,70	1,42	1,07
0,6	166	33,20	16,60	8,30	6,64	3,32	2,21	1,66	1,33	1,11	0,83
0,7	135	27,00	13,50	6,75	5,40	2,70	1,80	1,35	1,08	0,90	0,68
0,8	120	24,00	12,00	6,00	4,80	2,40	1,60	1,20	0,96	0,80	0,60
0,9	110	22,00	11,00	5,50	4,40	2,20	1,47	1,10	0,88	0,73	0,55
1	107	21,40	10,70	5,35	4,28	2,14	1,43	1,07	0,86	0,71	0,54
3	85	17,00	8,50	4,25	3,40	1,70	1,13	0,85	0,68	0,57	0,43
5	82	16,40	8,20	4,10	3,28	1,64	1,09	0,82	0,66	0,55	0,41
7	81	16,20	8,10	4,05	3,24	1,62	1,08	0,81	0,65	0,54	0,41
10	80	16,00	8,00	4,00	3,20	1,60	1,07	0,80	0,64	0,53	0,40

## 4.4. Prescrizioni tensioni contatto limite $U_L = 25V$ e utilizzo protezione differenziale

Negli impianti per i quali la tensione limite di contatto convenzionale in c.a.  $U_L$  è pari a 25V e la protezione contro i contatti indiretti è effettuata tramite interruzione automatica dell'alimentazione, si devono adottare in aggiunta una o entrambe delle seguenti misure:

- ⇒ Applicazione di collegamenti equipotenziali supplementari.
- ⇒ Protezione tramite interruttore differenziale con  $I_{dn} \leq 30$  mA.

Descrizione	$U_L$ 25V	Protezione Diff.le (A)
Abitazioni, su prese a spina con $I_n \leq 20$ A	-	0,03
Bagni/docce, sui circuiti, nelle zone 0,1,2 e 3 <sup>(2)</sup>	-	0,03
C.S., sulle prese a spina, nella zona 3 <sup>(2)</sup>	-	0,03
Piscine, su apparecchi utilizzatori specificatamente previsti per l'impiego al suo interno e che sono previsti per essere fatti funzionare solo quando non vi siano persone all'interno della zona 0.	-	0,03
Piccole piscine, su prese a spina e interruttori, apparecchi di illuminazione e altri dispositivi di comando in zona 1 (purché non a portata di mano (1,25 m) dal limite della zona 0) <sup>(2)</sup>	-	0,03
Fontane, apparecchi utilizzati nelle zone 0, 1 e 2 <sup>(2)</sup>	-	0,03
Fontane e piscine, su prese a spina, interruttori e altri dispositivi di comando nella zona 2 <sup>(2)</sup>	-	0,03
Saune, su tutti i circuiti, ad esclusione del riscaldatore	-	0,03
Locali ad uso zootecnico, previsti per la custodia del bestiame	SI	-
C.S. per circuiti terminali su prese a spina con $I_n \leq 32A$	SI	0,03
C.S. per circuiti terminali su prese a spina con $I_n > 32A$	SI	0,1
C.S. per altri circuiti terminali con grado di protezione < IP4X	SI	0,3
Locali uso medico, in generale	SI	-
C.S., di gruppo 1 su prese a spina con $I_n \leq 32$ A e su tutti i circuiti dei locali di gruppo 2 non alimentati dal sistema IT-M	SI	0,03
Cantieri edili, in generale.	SI	-
C.S., su prese a spina e altri apparecchi utilizzatori mobili con $I_n \leq 32$ A	SI	0,03
Luoghi MARCI, su condutture di tipo "C" <sup>(1)</sup>	-	1/0,3/0,03
C.S., sui circuiti terminali	-	0,03
Luoghi ristretti, su apparecchi fissi di classe II	-	0,03
Fiere, stand, mostre, su prese a spina con $I_n \leq 32$ A e sui circuiti terminali escluso illuminazione di sicurezza.	-	0,03
C.S., sui cavi di alimentazione strutture temporanee.	-	0,3
Aree campeggio per camper e caravan, su presa a spina, protetta individualmente	-	0,03
Apparecchi mobili usati all'esterno alimentati da prese a spina con $I_n \leq 32$ A	-	0,03
Sistemi di riscaldamento a soffitto/pavimento, anche per componenti di classe II	-	0,03
Conduttori piatti per posa sotto tappeto a posa fissa (moquette)	-	0,03
Catene luminose	-	0,03
Impianti di illuminazione di cabine telefoniche, pensiline di fermata per mezzi di trasporto (es. autobus e tram), insegne pubblicitarie, mappe di città e segnaletica stradale	-	0,03
Apparecchi di illuminazione, nei luoghi di esposizione, in alternativa a SELV.	-	0,03
Unità mobili e trasportabili, il circuito di alimentazione e tutte le prese a spina poste fuori dall'unità <sup>(2)</sup>	-	0,03

- (1) Le condutture dei sistemi TT e TN nei luoghi a MAggior Rischio in Caso di Incendio di tipo "C": condutture senza involucro esterno o guaina, schermo incombustibile o metallica messa a terra, ovvero:
- ⇒ cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
  - ⇒ condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi metallici o involucri metallici, senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuno di essi;
  - ⇒ condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri, entrambi:
    - ⇒ costruiti con materiali isolanti;
    - ⇒ installati in vista (non incassati);
    - ⇒ con grado di protezione almeno IP4X.
- Debbono essere protette con interruttore differenziale con  $I_{dn} \leq 0,3 \text{ A}$  anche ritardato o quando non sia possibile (per continuità di servizio) non superiore a  $1 \text{ A}$  anche ritardato. Quando i guasti resistivi possono innescare un incendio, per la protezione deve essere impiegato un interruttore differenziale con  $I_{dn} = 0,03 \text{ mA}$ .
- (2) In alternativa possono essere alimentati anche da SELV o con separazione elettrica.



## 4.5. Impianto di messa a terra

### Dimensioni minime dispersori:

	Tipo di elettrodo	Dimensioni	Acciaio zincato a caldo <sup>(1)</sup>	Acciaio rivestito di rame	Rame
Per posa nel terreno (dispersore orizzontale)	Piastra	Spessore (mm)	3	-	3
	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm <sup>2</sup> )	3 100	-	3 50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm <sup>2</sup> )	50	-	35
	Conduttore cordato	Φ ciascun filo (mm) Sezione corda (mm <sup>2</sup> )	1,8 50	-	1,8 35
Per infissione nel terreno (dispersore verticale)	Picchetto a tubo	Φ esterno (mm) Spessore (mm)	40 2	-	30 3
	Picchetto massiccio	Φ (mm)	20	15 <sup>(2)(3)</sup>	15
	Picchetto in profilato	Spessore (mm) Dimensione trasversale (mm)	5 50	-	5 50
(1) Norma CEI 7-6, anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm <sup>2</sup> ) (2) Rivestimento per deposito elettrolitico: 100 ηm (3) Rivestimento per trafilatura: 500 ηm					

### Dimensioni minime conduttori di terra:

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Come conduttore PE	16 mm <sup>2</sup> rame o ferro zincato <sup>(*)</sup>
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato <sup>(*)</sup>	
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente.		

### Dimensioni minime conduttori di protezione:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ 16 $S_p = S/2$ (minimo 16)
I valori sopra riportati sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della tabella di cui sopra. Per i conduttori di protezione non facenti parte della conduttura dei conduttori di fase le sezioni minime sono <b>2,5 mm<sup>2</sup></b> (se dotati di protezione meccanica) e <b>4 mm<sup>2</sup></b> (se non dotati di protezione meccanica).	

**Dimensioni minime conduttori equipotenziali:**

Conduttori Equipotenziali Principali
<b>Metà</b> della sezione del conduttore di protezione di sezione più elevata dell’impianto, con un <b>minimo di 6 mm²</b> ; non è richiesto che la sezione <b>superi 25 mm²</b> se il conduttore equipotenziale è di rame, o presenta una sezione di conduttanza equivalente, se il conduttore è di materiale diverso.
Conduttori Equipotenziali Supplementari
Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del <b>più piccolo conduttore di protezione</b> collegato a una di queste masse. Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa ad una massa estranea deve avere una sezione non inferiore <b>alla metà della sezione</b> del corrispondente conduttore di protezione. La <b>sezione minima</b> di ogni conduttore equipotenziale supplementare che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a: - 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica; - 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

**Metodi di calcolo:**

La resistenza di terra è funzione:

- della forma e delle dimensioni del dispersore;
- delle modalità e profondità di interramento;
- della resistività del terreno.

Si riportano di seguito alcune formule semplificate per un calcolo approssimato della resistenza di terra presunta per le realizzazioni più comuni:

**Resistenza dispersore verticale**

$$R_d = \frac{\rho_m}{L}$$

dove:

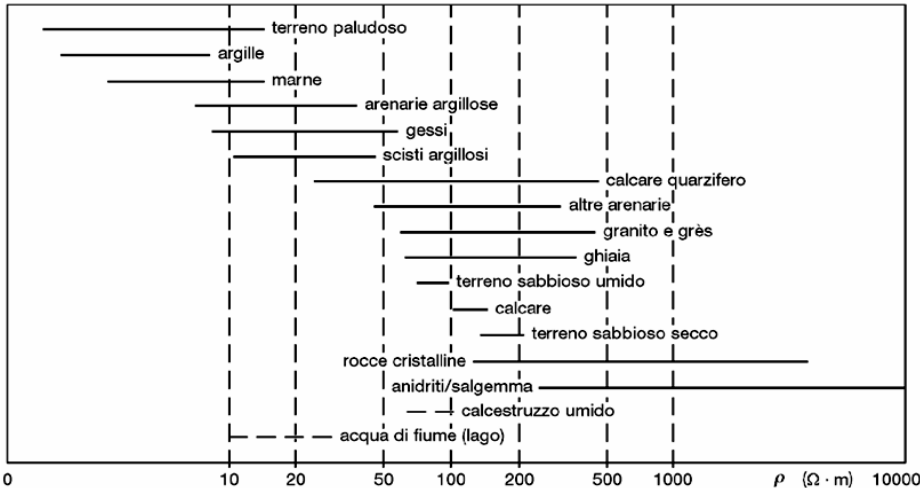
$\rho_m$  = resistività media del terreno

L = lunghezza dell’elemento a contatto con il terreno

**Resistenza dispersore orizzontale**

$$R_d = \frac{2 \rho_m}{L}$$

**Valori orientativi di  $\rho_m$  in relazione alla natura del terreno**



## 5. Protezione dalle sovracorrenti

### 5.1 Definizioni

**Corrente di impiego di un circuito ( $I_b$ ):** Corrente che può fluire in un circuito nel servizio ordinario. In regime permanente la corrente di impiego corrisponde alla più grande potenza trasportata dal circuito in servizio ordinario tenendo conto dei fattori di utilizzazione e di contemporaneità. In regime variabile si considera la corrente termicamente equivalente che, in regime continuo, porterebbe gli elementi del circuito alla stessa temperatura.

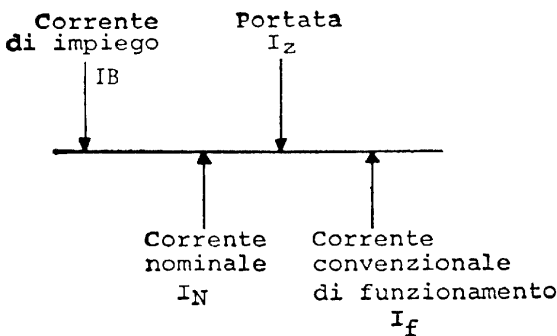
**Corrente nominale di un dispositivo ( $I_n$ ):** Corrente assegnata dal costruttore, che il dispositivo di protezione è destinato a portare in servizio ininterrotto ad una temperatura ambiente di riferimento specificata (30° C).

**Corrente convenzionale di funzionamento di un dispositivo ( $I_f$ ):** Valore specificato di corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro un tempo specificato, denominato tempo convenzionale.

**Portata di una conduttura ( $I_z$ ):** Massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato (70°C per il PVC e 90°C per la gomma o EPR).

**Potere di corto circuito ( $P_c$ ):** Componente alternata della corrente presunta, espressa nel suo valore efficace, che l'interruttore è concepito per stabilire, per portare per il suo tempo di apertura e per interrompere sotto condizioni specificate.

**Corrente di corto circuito ( $I_{cc}$ ):** Valore efficace della corrente della corrente che si avrebbe se nel punto considerato si realizzasse un collegamento di resistenza trascurabile fra i conduttori in tensione.



CARATTERISTICHE  
DEL  
CIRCUITO

CARATTERISTICHE  
DEL DISPOSITIVO  
DI PROTEZIONE

### Tipologie di cavo

	Cavo flessibile unipolare
	Cavo flessibile multipolare
	Cavo flessibile multipolare schermato

## 5.2. Sigle di designazione dei cavi

Norma CEI 20-27			Tabella CEI-UNEL 35011		
Gruppi di designazione	Denominazione	Simbolo	Gruppi di designazione	Denominazione	Simbolo
Riferimento alle Norme	Cavo armonizzato	H	Natura del Conduttore	Rame (Nessun simbolo)	-
	Cavo nazionale autorizzato	A		Alluminio	A
	Altro tipo di cavo nazionale	N	Forma del Conduttore	Rigido a filo unico	U
Tensione nominale $U_0/U$	100/100 V	01		Rigido a corda rotonda	R
	300/300 V	03		Flessibile a corda rotonda	F
	300/500 V	05		Flessibilissimo a corda rotonda	FF
	450/750 V	07		Extraflessibile a corda rotonda o di costruzione speciale	EF
	0,6 / 1 kV	1	Materiale Isolante	PVC a temperatura di esercizio di 70 °C	R
Materiale isolante	PVC comune	V		PVC per temperatura di esercizio di 70 °C di qualità superiore (antiveccchiante)	R2
	PVC per temperatura di 90°C	V2		PVC per temperatura di esercizio di 90 °C	R7
	Gomma sintetica per temperature di 60°C	R		Gomma sintetica per temperatura di 60 °C	G
	Gomma etilenpropilenica	B		Gomma etilenpropilenica ad alto modulo (90°C)	G7
	Policlороprene per cavi per saldatrici	N2		Miscela elastomerica reticolata a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi, adatta anche per cavi senza rivestimento protettivo (90°C)	G9
	Poliolefine reticolato a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi	Z		Miscela elastomerica reticolata a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi (90°C)	G10
Rivestimenti metallici (Scherature e armature)	Poliolefine termoplastico a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi	Z1		Miscela termoplastica a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi (70°C)	M9
	Schermo a treccia di rame sull'insieme delle anime	C4		Polietilene termoplastico	E
	Schermo a treccia di rame sulle singole anime	C5	Forma del Cavo	Polietilene reticolato per temperature di 85°C	E4
	Schermo a nastri, fili o piattine di rame sull'insieme delle anime	C7		Uno o più nastri di vetro micato o treccia di vetro chiusa	T
	Conduttori concentrici di rame	C		Anime riunite per cavo rotondo	O
	Armatura a fili rotondi di acciaio	Z2		Anime parallele per cavo piatto	D
	Armatura a piattine di acciaio	Z3	Rivestimenti Metallici (Scherature e armature)	Anime riunite ad elica visibile	X
Forma del cavo	Armatura a nastri di acciaio	Z4		Schermo in nastro di alluminio o carta metallizzata	H
	Armatura a treccia di fili di acciaio	Z5		Schermo a nastri, piattine o fili di rame	H1
Materiale Guaina	Cavi piatti non divisibili	H2		Schermo a treccia o calza di rame	H2
	Cavi piatti a tre o più anime	H6		Schermo a doppia treccia o doppia calza di rame	H3
	Cavi con isolante in doppio strato applicato per estrusione	H7		Conduttore concentrico di rame	C
	PVC comune	V		Conduttore concentrico di alluminio	AC
	PVC per temperature di esercizio di 90 °C	V2		Armatura a treccia o calza metallica	A
	PVC resistente all'olio	V5		Armatura a fili di acciaio	F
	Gomma sintetica	R		Armatura a piattine di acciaio	Z
	Gomma etilenpropilenica	B		Armatura a nastri di acciaio	N
	Policlороprene	N	Materiale Guaina	PVC di qualità TM1, TM2, RZ	R
	Policlороprene resistente all'acqua	N8		Polietilene lineare di qualità Ez	E
Materiale del conduttore	Poliuretano	Q		Polietilene reticolato	E4
	Polietilene clorosulfonato o polietilene clorurato	N4		Gomma sintetica	G
Forma del conduttore	Poliolefine reticolato a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi	Z		Policlороprene	K
	Poliolefine termoplastiche a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi	Z1		Miscela elastomerica a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi	M1
	Rame (nessun simbolo)	-		Miscela elastomerica a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi	M2
	Alluminio	A		Miscela elastomerica a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi	M3
	Rigido a filo unico	U			
	Rigido a corda rotonda	R			
	Flessibile per posa mobile	F			
	Flessibile per posa fissa	K			
	Flessibile per cavi di saldatrice	D			
	Flessibilissimo per cavi di saldatrice	E			

5.3. Guida alla scelta dei cavi

AMBIENTE	CAVO	Edilizia Residenziale	Industria e Artigianato	A maggior rischio in caso d'incendio	Ad elevata presenza di persone	Impianti di sicurezza e allarme	Fiere	Cantieri	Cablaggio	Immissione	Tipo di posa			
											Fissa	Mobile	Esterna	Interrata
H05V-K		◊							◊		◊			
H03VV-F		◊							◊			◊		
H03VVH2-F		◊							◊			◊		
H03V2V2-F		◊							◊			◊		
H05VV-F		◊							◊		◊	◊		
H05V2V2-F		◊							◊		◊	◊		
H05RR-F		◊							◊		◊	◊		
H05RN-F		◊							◊		◊	◊	◊	
H07RN-F		◊	◊					◊	◊	◊	◊	◊	◊	
H01N2-D H01N2-E			◊						◊			◊		
N07V-K		◊	◊	◊					◊		◊			
FM9-450/750V		◊	◊	◊	◊				◊		◊			
N07G9-K 450/750V		◊	◊	◊	◊				◊		◊			
NPI FROR-450/750 V		◊	◊	◊			◊		◊		◊	◊		
NPI FROHH2R-450/750 V		◊	◊	◊			◊		◊		◊			
NPI FROR-300/500 V		◊	◊	◊			◊		◊		◊	◊		
NPI FROHH2R-300/500 V		◊	◊	◊			◊		◊		◊			
FM9OZ1-450/750 V		◊	◊	◊	◊				◊		◊	◊		
FG7(O)R-0,6/1 kV		◊	◊	◊			◊	◊			◊		◊	◊
FG7OH1R-0,6/1 kV		◊	◊	◊			◊	◊			◊		◊	◊
FG7OH2R-0,6/1 kV		◊	◊	◊			◊	◊			◊		◊	◊
FG7(O)M1-0,6/1 kV		◊	◊	◊	◊		◊				◊			◊
FG7(O)M1-0,6/1 kV		◊	◊	◊	◊		◊				◊		◊	◊
FG7OH1M1-0,6/1 kV		◊	◊	◊	◊		◊				◊		◊	◊
FG7OH2M1-0,6/1 kV		◊	◊	◊	◊		◊				◊		◊	◊
FTG10(O)M1-0,6/1 kV		◊	◊	◊		◊	◊				◊		◊	◊
U(R)G7(O)R-0,6/1 kV		◊	◊	◊				◊			◊		◊	◊
UG7CR-0,6/1 kV RG7CR-0,6/1 kV		◊	◊								◊		◊	◊
UG7OCR-0,6/1 kV RG7OCR-0,6/1 kV		◊	◊								◊		◊	◊
ARG7OCR-0,6/1 kV		◊	◊								◊		◊	◊
ARE4RX-0,6/1 kV		◊	◊								◊		◊	
RE4E4X-0,6/1 kV		◊	◊								◊		◊	

5.4. Portata, caduta di tensione e perdite di potenza di linea per dimensionamenti di massima

(per scaricare questa tabella in f.to Excel vedi il punto 1 del par.14.1—file: [Linee.xlsx](#))

S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ/m)	X <sub>1</sub> (monofase) (mΩ/m)	X <sub>3</sub> (trifase) (mΩ/m)	(I <sub>p</sub> ) (A)
1,5	14,8	0,168	0,118	13
2,5	8,91	0,155	0,109	17,5
4	5,57	0,143	0,101	23
6	3,71	0,135	0,0955	29
10	2,24	0,119	0,0861	39
16	1,41	0,112	0,0817	52
25	0,889	0,106	0,0813	68
35	0,641	0,101	0,0783	83
50	0,473	0,101	0,0779	99
70	0,328	0,0965	0,0751	125
95	0,236	0,0975	0,0762	150
120	0,188	0,0939	0,0740	172
150 <sup>(*)</sup>	0,153	0,0928	0,0745	196
185 <sup>(*)</sup>	0,123	0,0908	0,0742	223
240 <sup>(*)</sup>	0,094	0,0902	0,0752	261

(\*) Nel caso di più conduttori in parallelo dovrà essere considerato un ulteriore coefficiente (K\*) per tenere conto della non perfetta ripartizione delle correnti a causa delle differenze fra le varie reattanze (X) in funzione del posizionamento dei cavi all'interno dei condotti, a tale riguardo vedere quanto riportato in calce alla presente tabella.

**Perdite di Potenza sulla conduttura:  $P = R \cdot I_b^2 \cdot K \cdot L / 1000 = (W)$**

- dove:
- ⇒  $I_b$  è la corrente che scorre lungo la linea (A)
  - ⇒  $L$  è la lunghezza della linea (m).
  - ⇒  $K$  è pari a 2 per i circuiti monofase e 3 per i circuiti trifase.

**Caduta di Tensione sulla linea:**

$\Delta V = K \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot I_b \cdot L / 1000 = (V)$      $\Delta V_{\%} = (\Delta V \cdot 100) / U_n = (\%)$

- dove:
- ⇒  $K$  è pari a 2 per i circuiti monofase e in c.c. e 1,73 per i circuiti trifase.
  - ⇒  $X$  è pari a  $X_1$  e  $X_3$  rispettivamente per i circuiti monofase e trifase
  - ⇒  $\cos\phi$  e  $\sin\phi$  sono relativi alla corrente " $I_b$ " che scorre lungo la linea
  - ⇒  $I_b$  è la corrente che scorre lungo la linea (A)
  - ⇒  $L$  è la lunghezza della linea (m).
  - ⇒  $U_n$  è la tensione nominale del sistema di alimentazione.

**Portata della conduttura:  $I_z = I_p \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K^* = (A)$**

- dove:
- K<sub>1</sub>** (tipo di circuito), pari a:
    - ⇒1: per i circuiti trifase;
    - ⇒1,1: per i circuiti monofase.
  - K<sub>2</sub>** (tipo di cavo), pari a:
    - ⇒1: per cavi multipolare;
    - ⇒1,1: per cavi unipolari.
  - K<sub>3</sub>** (tipo di isolante), pari a:
    - ⇒1 per conduttori in PVC;
    - ⇒1,3 per conduttori in EPR.
  - K<sub>4</sub>** (tipo di posa), pari a:
    - ⇒1: per posa in parete isolante;
    - ⇒1,15: per posa in aria su parete (ad es.:tubo o canale chiuso a vista o incassato),
    - ⇒1,33: per posa in aria libera fissato alla parete (ad es.: passe-rella non forata);
    - ⇒1,39: per posa in aria libera distanziata dalla parete (ad es.: passerella forata.
  - K<sub>5</sub>** (n. circuiti ravvicinati), pari a:
    - ⇒1: per 1 circuito;
    - ⇒0,8: per 2 circuiti;
    - ⇒0,7: per 3 circuiti;
    - ⇒0,65: per 4 circuiti;
    - ⇒0,60: per 5 circuiti;
    - ⇒0,55: 6-7 circuiti;
    - ⇒0,50: 8-10 circuiti.
  - K\*** (conduttori in parallelo), pari a:
    - ⇒0,95 / 0,90: per 2 / 3 conduttori in parallelo di 150 mm<sup>2</sup>
    - ⇒0,90 / 0,80: per 2 / 3 conduttori in parallelo di 185 mm<sup>2</sup>
    - ⇒0,85 / 0,75: per 2 / 3 conduttori in parallelo di 240 mm<sup>2</sup>

n. conduttori in parallelo	Disposizione dei conduttori (fasi L1, L2, L3)
2	L1 L2 L3 L3 L2 L1
	L1 L2 L3 L3 L2 L1
3	L1 L2 L3 L3 L2 L1 L1 L2 L3
	L1 L2 L3 L3 L2 L1 L1 L2 L3
2	L1 L1 L2 L3 L2 L3

## 5.5. Criteri generali di protezione dalle sovracorrenti

Sovracorrenti = Sovraccarichi + Cortocircuiti

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$+$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

$$P_c \geq I_{\infty}$$

$$+$$

Verifica non

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

necessaria

Condizioni valide per interruttori automatici in quanto:

$I_f = 1,45 I_n$  (interuttori per uso domestico)

$$I_n \leq I_z$$

$I_f = 1,20 I_n$  (interuttori per uso industriale)

$$I_n \leq 1,21 I_z$$

Condizione valida per fusibili con:

$I_n > 63A$  in quanto:  $I_f = 1,60 I_n$

$$I_n \leq 0,91 I_z$$

Condizione valida per fusibili con:

$25A < I_n \leq 63A$  in quanto:  $I_f = 1,75 I_n$

$$I_n \leq 0,83 I_z$$

Condizione valida per fusibili con:

$5A \leq I_n \leq 25A$  in quanto:  $I_f = 1,91 I_n$

$$I_n \leq 0,76 I_z$$

Condizione valida per fusibili con:

$I_n < 5A$  in quanto:  $I_f = 2,1 I_n$

$$I_n \leq 0,69 I_z$$

*Nota: quando la protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti viene offerta da un dispositivo unico nel rispetto delle relazioni:*

$I_b \leq I_n \leq I_z$  e  $P_c \geq I_{\infty}$   
 è consentito non procedere alla verifica della relazione:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

Dove:

- ⇒ S è la sezione in mm<sup>2</sup> della conduttura.
- ⇒ K è un coefficiente che dipende dal tipo di materiale isolante della conduttura:
  - ⇒ PVC: 143
  - ⇒ EPR: 176
- ⇒ I<sup>2</sup>t è l'energia specifica passante lasciata fluire dall'interruttore di protezione e ricavabile dai documenti tecnici del costruttore dello stesso.

(per scaricare questa tabella in f.to Excel vedi il punto 1 del par.14.1—file: [Linee.xlsx](#))

Potenza (kVA)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
Resistenza <sup>(1)</sup> (mΩ)	25	19	13	10	7,5	5,6	4,2	3,2	2,4	2,0	1,5
O L I O	Reattanza <sup>(1)</sup> (mΩ)	52	42	34	27	22	17	13	11,6	9	8,8
	Impedenza <sup>(1)</sup> (mΩ)	58	46	36	29	23	18	14	12	9,3	9
	Corrente di corto circuito L-N (kA)	4	5	6,3	7,9	10	12,8	16,4	19,2	24,7	25,6
	Corrente di corto circuito L-L (kA)	3,5	4,3	5,5	6,9	8,7	11,1	14,3	16,7	21,5	22,2
	Potenza reattiva a vuoto (kVAR)	2,5	3	3,5	4,0	5,0	6,0	7,5	9,0	10,5	12,5
R E S I N A	Reattanza <sup>(1)</sup> (mΩ)	84	-	53	43	34	26	21,5	17	13	10,8
	Impedenza <sup>(1)</sup> (mΩ)	88	-	55	44	35	27	22	17,3	13,2	11
	Corrente di corto circuito L-N (kA)	2,6	-	4,1	5,2	6,6	8,5	10,5	13,3	17	20,9
	Corrente di corto circuito L-L (kA)	2,3	-	3,6	4,5	5,7	7,4	9,1	11,6	15,1	18,2
	Potenza reattiva a vuoto (kVAR)	2	-	2,5	3	4	4,5	5	5,5	7,5	9
4 0 0 V	Corrente nominale avv.secondario (A)	141	176	225	281	352	444	563	704	887	1127
	Corrente nominale dispositivo di protezione <sup>(2)</sup> (A)	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250
1 0 k V	Corrente nominale avv. primario (A)	5,8	7,2	9,2	11,5	14,4	18,2	23,1	28,9	36,4	46,2
	Corrente nominale dispositivo di protezione <sup>(3)</sup> (A)	8	11	11	16	22	22	32	45	45	63
1 5 k V	Corrente nominale avv. primario (A)	3,8	4,8	6,2	7,7	9,6	12,1	15,4	19,2	24,2	30,8
	Corrente nominale dispositivo di protezione <sup>(3)</sup> (A)	5,5	8	8	11	16	16	22	32	32	45
2 0 k V	Corrente nominale avv. primario (A)	2,9	3,6	4,6	5,8	7,2	9,1	11,5	14,4	18,2	23,1
	Corrente nominale dispositivo di protezione <sup>(3)</sup> (A)	4	5,5	5,5	8	11	11	16	22	22	32

(1) Resistenza, Reattanza e Impedenza equivalenti, degli avvolgimenti elettrici del trasformatore (primario + secondario)

(2) Interruttori automatici scolati per bassa tensione con taratura 1 ÷ 0,8 In

(3) Relè per interruttori per media tensione con taratura 0,6 ÷ 1,2 In



## 7. Guida alla scelta delle canalizzazioni

Per la scelta della sezione delle canalizzazioni sia a sezione circolare (tubi) o rettangolare (canali con coperchio) è possibile utilizzare questa formula:

$$S_{uc} > k \times S_{il}$$

dove: **S<sub>uc</sub>** = Sezione utile canalizzazioni. Per quelle circolari vedere i dati nell'apposita tabella, mentre per quelle rettangolari riferirsi al prodotto delle dimensioni esterne ridotto di un 10-15% (es. canale metallico dim. esterne 150x75 mm = 150x75x0,9=10125 mm). Inoltre nel caso di canalizzazione rettangolare il lato interno più piccolo non deve essere inferiore al diametro massimo esterno del cavo più grande.

**k** = 2 per i canali con coperchio, mentre per i tubi possono essere utilizzati i seguenti coefficienti:

- ⇒ 1,4: per 1 conduttore;
- ⇒ 3,4: per 2 conduttori;
- ⇒ 2,2: da 3 a 5 conduttori;
- ⇒ 2: oltre 6 conduttori.

In ogni caso tale coefficiente può comunque essere opportunamente maggiorato per tener conto di eventuali futuri ampliamenti.

**S<sub>II</sub>** = Sezione di ingombro lorda dei conduttori (dati tabelle).

### Sezioni utili canalizzazioni ( $S_{uc}$ ) a sezione circolare

[illegible]

Sezione di ingombro lorda dei conduttori (S<sub>II</sub>)

Sezione nominale (mm <sup>2</sup> )	Diametro max esterno (mm)							Sezione di ingombro lorda "S <sub>II</sub> " (mm <sup>2</sup> )							
	H05V-K	N07V-K	H07RN-F					H05V-K	N07V-K	H07RN-F					
	1x	1x	1x	2x	3x	4x	5x	1x	1x	1x	2x	3x	4x	5x	
0,5	2,5							6							
0,75	2,7							7							
1	2,8	3,0		10,0	10,7	11,9	13,1	8	9		100	114	142	172	
1,5		3,4	7,1	11,0	11,9	13,1	14,4		12	50	121	142	172	207	
2,5		4,1	7,9	13,1	14,0	15,5	17,0		17	62	172	196	240	289	
4		4,8	9,0	15,1	16,2	17,9	19,9		23	81	228	262	320	396	
6		5,3	9,8	16,8	18,0	20,0	22,2		28	96	282	324	400	493	
10		6,8	11,9	22,6	24,2	26,5	29,1		46	142	511	586	702	847	
16		8,7	13,4	25,7	27,6	30,1	33,3		76	180	660	762	906	1109	
25		10,2	15,8	30,7	33,0	36,6	40,4		104	250	942	1089	1340	1632	
35		11,7	17,9		37,1	41,1			137	320		1376	1689		
50		13,9	20,6		42,9	47,5			193	424		1840	2256		
70		16,0	23,3		48,3	54,0			256	543		2333	2916		
90		18,2	26,0		54,0	61,0			331	676		3600	3721		
120		20,2	28,6		60,0	66,0			408	818		4356	4356		
150		22,5	31,4		66,0	73,0			506	986		5184	5329		
185		24,9	34,4		72,0				620	1183					
240		28,4	38,4						807	1475					







Sezione nominale (mm <sup>2</sup> )	Diametro max esterno (mm)								Sezione di ingombro lorda "S <sub>II</sub> " (mm <sup>2</sup> )							
	H05VV-F				NPI FROR - 450/750 V				H05VV-F				NPI FROR - 450/750 V			
	2x	3x	4x	5x	2x	3x	4x	5x	2x	3x	4x	5x	2x	3x	4x	5x
0,5																
0,75			8,3	9,3					52	58	69	86				
1	7,5	8,0	9,0	9,8	8,7	9,1	9,9	11,1	56	64	81	96	76	83	98	123
1,5	8,6	9,4	10,5	11,6	9,2	9,8	10,9	12,0	74	88	110	135	85	96	119	144
2,5	10,6	11,4	12,5	13,9	11,2	11,9	12,9	14,3	112	130	156	193	125	142	166	204
4	12,1	13,1	14,3	16,1	12,5	13,5	14,7	16,5	146	172	204	259	156	182	216	272
6					13,9	14,9	16,3	18,0					193	222	266	324

Sezione nominale (mm <sup>2</sup> )	Diametro max esterno (mm)										Sezione di ingombro lorda "S <sub>II</sub> " (mm <sup>2</sup> )									
	UG7R <sup>(1)</sup> -0,6/1 kV <sup>(3)</sup>					FG7R <sup>(2)</sup> -0,6/1 kV <sup>(3)</sup>					UG7R <sup>(1)</sup> -0,6/1 kV <sup>(3)</sup>					FG7R <sup>(2)</sup> -0,6/1 kV <sup>(3)</sup>				
	1x	2x	3x	4x	5x	1x	2x	3x	4x	5x	1x	2x	3x	4x	5x	1x	2x	3x	4x	5x
1,5	6,4	11,5	12,2	12,9	13,8	6,7	12,0	12,5	13,4	14,4	41	132	149	166	190	45	144	156	180	207
2,5	6,9	12,4	13,0	14,0	15,0	7,2	13,0	13,6	14,6	15,6	48	154	169	196	225	52	169	185	213	243
4	7,5	13,6	14,3	15,4	16,5	7,8	14,2	14,9	16,0	17,3	56	185	204	237	272	61	202	222	256	299
6	8,1	14,7	15,5	16,7	18,1	8,4	15,4	16,2	17,5	18,9	66	216	240	279	328	71	237	262	306	357
10	9,0	16,6	17,5	19,0	20,6	9,4	17,3	18,2	19,8	21,5	81	276	306	361	424	88	299	331	392	462
16	10,0	18,6	19,7	21,5	23,4	10,4	19,4	20,6	22,4	24,4	100	346	388	462	548	108	376	424	502	595
25	11,7	22,1	23,4	25,7	28,0	12,2	23,0	24,5	26,8	29,3	137	488	548	660	784	149	529	600	718	858
35	13,0	24,6	26,2	28,0	31,5	13,6	25,7	27,3	29,2	32,8	169	605	686	784	992	185	660	745	853	1076
50	14,7	28,1	29,9	31,1	36,6	15,4	29,3	31,2	32,4	38,2	216	790	894	967	1340	237	858	973	1050	1459
70	16,6	31,7	34,1	35,4		17,3		35,6	37,0		276	1005	1163	1253		299		1267	1369	
90	18,6	35,9	38,3	40,3		19,4		40,0	42,0		346	1289	1467	1624		376		1600	1764	
120	20,5	39,8	42,5	44,9		21,4		44,4	46,9		420	1584	1806	2016		458		1971	2200	
150	22,8	44,2	47,4	50,3		23,8		49,5	52,5		520	1954	2247	2530		566		2450	2756	
185	25,0		52,9	54,9		26,0					625		2798	3014		676				
240	27,9		59,3	62,8		29,2					778		3516	3944		853				

- (1) Valido anche per cavi: UG70R, RG7R, RG70R
- (2) Valido anche per cavi: FG70R, FG7M1, FG70M1
- (3) Il cavo (4x) dalla sezione 35 mm<sup>2</sup> in poi è nella composizione: (3x + 1/2)

## 8. Identificazioni, simboli e marcature

### 8.1. Colorazione e sigle di designazione cavi

Conduttore designato		Identificazione dei conduttori e delle estremità dei conduttori <sup>(1)</sup>	Marcatura dei morsetti degli apparecchi	Segni grafici
Conduttori in c.a.				
	Fase 1	L1 <sup>(2)</sup>	U	
	Fase 2	L2 <sup>(2)</sup>	V <sup>(3)</sup>	
	Fase 3	L3 <sup>(2)</sup>	W <sup>(3)</sup>	
	Conduttore di neutro	N	N	
Conduttori in c.c.				
	Positivo	L +	+	+
	Negativo	L -	-	-
	Mediano	M	M	
Messa a terra/equipotenziale <sup>(4)</sup>				
	Conduttore PE	PE	PE	
	Conduttore PEN	PEN	PEN	
	Conduttore PEM	PEM	PEM	
	Conduttore PEL	PEL	PEL	
	Conduttore PB	PB	PB	
	Conduttore FE	FE	FE	
	Conduttore FB	FB	FB	

1) La normativa prevede di identificare i conduttori anche con l'uso di determinati colori (CEI 16-4):

- **nero**: Fase 1 (L1);
- **marrone**: Fase 2 (L2);
- **grigio**: Fase 3 (L3);
- **blu chiaro**: Conduttore di neutro (N) e Mediano (M), in un cavo multipolare, in assenza di conduttore di neutro (o mediano) può essere utilizzato anche come conduttore di fase;
- **bicolore gialloverde**: Conduttore di protezione (PE) e conduttore equipotenziale di protezione (PB);

Per i conduttori PEN, PEM e PEL (quando isolati) sono ammesse le seguenti colorazioni:

- PEN: gialloverde per tutta la lunghezza con le marcature aggiuntive in blu alle terminazioni, oppure blu per tutta la lunghezza con le marcature aggiuntive in giallo-verde alle terminazioni.
- PEM e PEL: gialloverde per tutta la lunghezza con le marcature aggiuntive in blu alle terminazioni.

Per i **quadri bordo macchina** (CEI 44-5 – EN 60204-1), sono previste le seguenti colorazioni:

- **nero**: circuiti di potenza, in c.a. e c.c.;
- **rosso**: circuiti di comando, in c.a.;
- **blu**: circuiti di comando, in c.c.;
- **arancio**: circuiti di comando di interblocco alimentati da una sorgente di energia esterna.

Sono ammessi altresì le seguenti colorazioni: blu, rosso, arancione, viola, grigio, bianco, rosa, turchese, inoltre possono essere utilizzati singolarmente anche il giallo e il verde purché non ci sia il rischio di confusione con i conduttori di protezione.

2) Il numero dopo la lettera "L" è necessario soltanto nei sistemi con più di una fase.

3) Necessario soltanto nei sistemi con più di una fase.

4) Conduttori per la messa a terra/equipotenziale:

- conduttore PE: conduttore per la messa a terra di protezione;
- conduttore PEN: conduttore che unisce le funzioni di conduttore per la messa a terra di protezione (PE) e di conduttore neutro (N);
- conduttore PEM: conduttore che unisce le funzioni di conduttore per la messa a terra di protezione (PE) e di conduttore mediano (M);
- conduttore PEL: conduttore che unisce le funzioni di conduttore per la messa a terra di protezione (PE) e di conduttore di linea (L);
- conduttore PB: conduttore equipotenziale di protezione (con le possibili varianti: PBE = messo a terra e PBU = non messo a terra, da utilizzare solo nel caso vi siano alcuni conduttori equipotenziali di protezione non connessi a terra. In generale quando tutti i conduttori di protezione equipotenziali sono collegati a terra è possibile utilizzare semplicemente la sigla PB);
- conduttore FE: conduttore di messa a terra funzionale;
- conduttore FB: conduttore equipotenziale funzionale.

## 8.2. Colorazione segnalatori luminosi e pulsanti.

### Codice colori per indicatori luminosi e loro significato (CEI 44-5)

Colore	Significato	Spiegazione	Azione dell'operatore
ROSSO	Emergenza	Condizioni pericolose	Azione immediata per trattare una condizione pericolosa (per es. azionando l'arresto di emergenza).
GIALLO	Anormale	Condizione anormale, condizione critica, imminente	Controllo e/o intervento (per es. ristabilendo la funzione desiderata).
VERDE	Normale	Condizione normale	Facoltativa.
BLU	Obbligatorio	Indicazione della condizione che richiede un'azione dell'operatore	Azione obbligatoria.
BIANCO	Neutro	Altre condizioni: può essere usato ogni volta che si un dubbio sull'impiego dei colori: rosso, giallo, verde, blu.	Controllo.

Note:

Gli indicatori luminosi e i visualizzatori servono per fornire le seguenti informazioni:

SEGNALAZIONE: per attirare l'attenzione dell'operatore o per indicargli che dovrebbe eseguire una determinata azione. I colori ROSSO, GIALLO, BLU e VERDE sono abitualmente usati per questo scopo. Per ulteriore distinzione o informazione, e specialmente per dare maggiore risalto al segnale, si possono usare luci e visualizzatori intermittenti nei seguenti casi:

- per attirare l'attenzione;
- per richiedere un'azione immediata;
- per indicare una discordanza tra il comando dato e lo stato reale dell'apparecchiatura;

– per indicare un cambiamento in corso (intermittenza durante il periodo di transizione).

Si raccomanda di utilizzare la frequenza più elevata delle luci o dei visualizzatori intermittenti per l'informazione avente priorità superiore. Quando si utilizzano luci o visualizzatori intermittenti per fornire informazioni a priorità elevata, dovrebbero essere forniti anche dispositivi di avvertimento acustici.

CONFERMA: per confermare un comando, o una condizione, o per confermare la fine di un periodo di cambiamento o di transizione. I colori BLU e BIANCO sono abitualmente usati per questo scopo. In alcuni casi si può usare anche il colore VERDE.

Gli indicatori luminosi e i visualizzatori devono essere scelti e installati in modo da essere visibili dalla posizione normale dell'operatore.

Le torri di indicazione sulle macchine dovrebbero riportare i colori applicabili nell'ordine seguente partendo dall'alto: ROSSO, GIALLO, BLU, VERDE e BIANCO.
















I circuiti degli indicatori luminosi utilizzati come spie di avvertimento, devono essere dotati di mezzi per verificare il funzionamento di tali gemme.

### Codice colori per pulsanti e loro significato (CEI 44-5)

Colore	Significato	Spiegazione	Esempi di applicazione (v.Note)
ROSSO	Emergenza	Azionare in caso di condizione pericolosa o emergenza	Arresto di emergenza. Inizio della funzione di emergenza
GIALLO	Anormale	Azionare in caso di condizione anormale	Intervento per sopprimere una condizione anormale. Intervento per riavviare un ciclo automatico interrotto
VERDE	Normale	Azionare per avviare una condizione normale	
BLU	Obbligatorio	Azionare in caso di condizione che richiede un'azione obbligatoria	Funzione di ripristino
BIANCO	Non viene attribuito nessun significato specifico	Per l'avvio generale delle funzioni ad accensione dell'arresto di emergenza (vedere anche le note)	AVVIAMENTO/INSERZIONE (preferenziale) ARRESTO/DISINSERZIONE
GRIGIO			AVVIAMENTO/INSERZIONE ARRESTO/DISINSERZIONE
NERO			AVVIAMENTO/INSERZIONE ARRESTO/DISINSERZIONE (preferenziale)
Note			Simbolo
I colori per i pulsanti di AVVIAMENTO/INSERZIONE dovrebbero essere: il BIANCO, il GRIGIO, il NERO o il VERDE, con una preferenza per il BIANCO. Il ROSSO non deve essere usato. Il colore ROSSO deve essere usato per i pulsanti di arresto o di interruzione di emergenza.			
I colori per i pulsanti di ARRESTO/DISINSERZIONE dovrebbero essere: il NERO, il GRIGIO o il BIANCO con una preferenza per il NERO. Il VERDE non deve essere usato. È ammesso anche il ROSSO, ma si raccomanda che il rosso non venga utilizzato vicino ad un dispositivo per operazioni di emergenza.			○
I colori per i pulsanti che provocano alternativamente l'AVVIAMENTO/INSERZIONE e l'ARRESTO/DISINSERZIONE dovrebbero essere: il BIANCO, il GRIGIO e il NERO. I colori ROSSO, GIALLO o VERDE non devono essere usati			⊕
I colori per i pulsanti di RIPRISTINO devono essere: BLU, BIANCHI, GRIGI o NERI. Quando vengono utilizzati anche come pulsanti d'ARRESTO/DISINSERZIONE vengono preferiti il BIANCO, il GRIGIO o il NERO con una netta preferenza per il NERO. Non deve essere utilizzato il VERDE.			⊕
Quando viene utilizzato lo stesso colore BIANCO, GRIGIO, o NERO per funzioni diverse (per es., BIANCO per attuatori di AVVIAMENTO/INSERZIONE e di ARRESTO/DISINSERZIONE) deve essere utilizzato un metodo di codifica supplementare (per es., forma, posizione, simbolo) per l'identificazione dei pulsanti.			

## 8.3. Simboli apparecchiature

### 8.3.1 Simboli generali

Simbolo	Significato
Targhe apparecchiature e componenti in genere	
mV V kV	millivolt volt kilovolt
mA A kA	milliampere ampere kiloampere
Hz	hertz
mW W kW	milliwatt watt kilowatt
VA kVA	voltampere kilovoltampere
VAR kVAR	voltampere reattivi kilovoltampere reattivi
cosφ	fattore di potenza
μF nF pF	microfarad nanofarad picofarad
l	litri
g kg	grammi kilogrammi
Pa	pascal
bar	bar
h	ore
min	minuti
s	secondi
n	Velocità a carico normale
n <sub>0</sub>	Velocità nominale a vuoto
min <sup>-1</sup> o /min	Giri o alternanze al minuto
N	Neutro
 o c.c.	Corrente continua
 o c.a.	Corrente alternata
2 	Corrente alternata bifase
2N 	Corrente alternata bifase con neutro
3 	Corrente alternata trifase
3N 	Corrente alternata trifase con neutro
	Apparecchio con fusibile interno (accanto al simbolo è riportata la corrente nominale del relativo elemento fusibile, in ampere)
	Apparecchio con fusibile miniatura interno a funzione temporizzata, dove X è il simbolo della caratteristica tempo/corrente (FF, F, M, T, TT), come indicato nella pubblicazione IEC 127
	Tensione pericolosa
	Radiazione elettromagnetica non ionizzante
	Attenzione
	Parte che può essere rovente e non deve essere toccata senza precauzioni.
	Leggere il manuale dell'operatore
	Manuale dell'operatore; istruzioni per il funzionamento
	Terra di protezione
	Terra di funzionamento
	Terra senza rumore
	Equipotenzialità
	Apparecchio di classe II

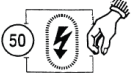

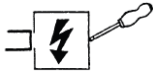
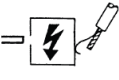
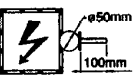
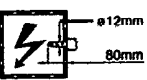
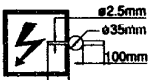
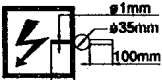
Simbolo	Significato
	Apparecchio in classe III
	Apparecchiatura di protezione contro le sovratensioni
	Apparecchiatura che produce perturbazioni radioelettriche durante il funzionamento e pertanto non è adatta alle zone residenziali.
	Apparecchiatura elettrica o elettronica che può sopportare una tensione di prova di 500 V. Nota: si possono mettere all'interno altri valori di tensione di prova.
	Apparecchio adatto per la pulizia sotto acqua corrente
	Apparecchio adatto per l'uso nel bagno o nella doccia
$t_a \dots ^\circ\text{C}$	Temperatura ambiente nominale massima
$\dots \text{m}$	Profondità massima di immersione
IPXX	Grado di protezione dell'involucro
Targhe apparecchiature elettromedicali (Norme CEI CT 62)	
	Apparecchio di tipo B: apparecchio avente uno specifico grado di protezione contro i pericoli elettrici con particolare riguardo per: ■ le correnti di dispersioni ammissibili; ■ l'affidabilità del collegamento di terra (se esistente).
	Apparecchio di tipo BF: apparecchio di tipo B avente una parte applicata (in contatto intenzionale con il paziente) di tipo F (flottante, ovvero isolata da tutte le altre parti dell'apparecchio in modo tale da limitare la corrente di dispersione nel paziente in condizione di primo guasto).
	Apparecchio di tipo CF: apparecchio avente un grado di protezione contro i pericoli elettrici superiore a quello degli apparecchi di tipo BF e che riguarda particolarmente la corrente di dispersione ammissibile, e avente una parte applicata di tipo F.
	Parte applicata di tipo B protetta contro gli effetti della scarica del defibrillatore
	Parte applicata di tipo BF protetta contro gli effetti della scarica del defibrillatore
	Parte applicata di tipo CF protetta contro gli effetti della scarica del defibrillatore
	Apparecchio di categoria AP: apparecchio o parte dell'apparecchio conforme alle prescrizioni specificate per la costruzione, la marcatura e la documentazione in modo da essere protetto dall'accensione di una miscela di anestetico infiammabile e aria.
	Apparecchio di categoria APG: apparecchio o parte dell'apparecchio conforme alle prescrizioni specificate per la costruzione, la marcatura e la documentazione in modo da evitare sorgenti di fiamma in una miscela di anestetico infiammabile e ossigeno o protossido d'azoto.
	Non riutilizzare

Simbolo	Significato
<b>Targhe per apparecchiatura per uso industriale (Norme CEI CT 17)</b>	
$U_e$	<b>Tensione di impiego nominale</b> Valore di tensione che, unitamente alla corrente di impiego nominale, determina l'uso dell'apparecchio stesso e al quale sono riferite le prove applicabili e la categoria di utilizzazione.
$U_i$	<b>Tensione di isolamento nominale</b> Valore di tensione al quale sono riferite le prove dielettriche e le distanze di isolamento superficiale. In nessun caso il massimo valore di tensione di impiego nominale può essere superiore al valore della tensione di isolamento nominale.
$U_{imp}$	<b>Tensione di tenuta ad impulso nominale.</b> Valore di picco di una tensione a impulso di prescritta forma e polarità che l'apparecchio può sopportare senza guasti in condizioni specificate di prova e al quale sono riferiti i valori delle distanze di isolamento in aria. La tensione di tenuta a impulso nominale di un apparecchio deve essere uguale o superiore ai valori specificati per le sovratensioni transitorie che possono verificarsi nel circuito in cui l'apparecchio è inserito.
$I_e$	<b>Corrente d'impiego nominale.</b> Valore di corrente dichiarata dal costruttore che tiene conto della tensione di impiego nominale, della frequenza nominale, del servizio nominale, della categoria di utilizzazione e del tipo di involucro, se esiste.
$I_u$	<b>Corrente ininterrotta nominale.</b> Valore di corrente, dichiarato dal costruttore, che l'apparecchio stesso può portare nel servizio ininterrotto.
$I_{cw}$	<b>Corrente di breve durata nominale.</b> Valore massimo di corrente che l'apparecchiatura può sopportare per un tempo specificato (0,05 - 0,1 - 0,25 - 0,5 - 1 s).
$I_{cm}$	<b>Potere di chiusura nominale in cortocircuito.</b> Valore massimo di picco della corrente che l'apparecchio può chiudere in cortocircuito in condizioni specificate.
$I_{cn}$	<b>Potere nominale di interruzione in cortocircuito.</b> Valore dichiarato dal costruttore in corrispondenza alla tensione nominale, alla frequenza nominale e a uno specificato valore del fattore di potenza in corrente alternata o costante di tempo in corrente continua. E' espresso come valore della corrente di interruzione presunta (valore efficace della componente simmetrica nel caso di corrente alternata) in condizioni specificate.
<b>Servizi nominali</b>	
Servizio di otto ore.	
Servizio ininterrotto.	
Servizio intermittente periodico o servizio intermittente.	
I valori normali del rapporto di intermittenza è : 15, 25, 40 e 60%.	
Numero cicli/ora.	
Classe 1	1 ciclo/ora
Classe 3	3 cicli/ora
Classe 12	12 ciclo/ora
Classe 30	30 cicli/ora
Classe 120	120 ciclo/ora
Classe 300	300 cicli/ora
Classe 1200	1200 ciclo/ora
Classe 3000	3000 cicli/ora
Classe 12000	12000 ciclo/ora
Classe 30000	30000 cicli/ora
Classe 1200000	1200000 ciclo/ora
Classe 3000000	3000000 cicli/ora
Classi di durabilità meccanica normalizzati in milioni di cicli di operazioni a vuoto: 0,01 - 0,03 - 0,1 - 0,3 - 1 - 3 - 10 - 30 - 100.	
<b>Gradi di inquinamento</b>	
1	Non esiste alcun inquinamento o esiste solo inquinamento secco e non conduttivo.
2	Normalmente, si ha solo presenza di inquinamento non conduttivo. Occasionalmente tuttavia, di si può attendere una conduttività temporanea causata da condensazione. Questo grado di inquinamento è considerato normale per le applicazioni domestiche e similari.
3	Esiste inquinamento conduttivo, oppure inquinamento secco non conduttivo che diviene conduttivo a causa della condensa. Questo grado di inquinamento è considerato normale per applicazioni di tipo industriale.
4	L'inquinamento provoca conduttività persistente a causa, per es. di polvere conduttiva o di pioggia o neve.



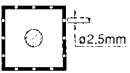
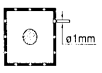


Simbolo	Significato
<b>Compatibilità elettromagnetica (tipo di ambiente)</b>	
<b>A</b>	Reti/luoghi/installazioni a bassa tensione, non pubbliche o industriali, comprendenti sorgenti di elevato disturbo
<b>B</b>	Reti pubbliche a bassa tensione, come i luoghi e le installazioni residenziali e commerciali e per l'industria leggera. Le sorgenti di elevato disturbo, come le saldatrici ad arco, non sono contemplate da questo ambiente.
	Indicazione della posizione (aperto / chiuso)
	Non adatto all'uso nei sistemi IT
	Interruttore automatico idoneo al sezionamento
	Interruttore-sezionatore
<b>Dispositivi di comando e controllo</b>	
	"SPENTO" (alimentazione)
	"ACCESO" (alimentazione)
	Tasto di avviamento.
	"ACCESO" / "SPENTO" (pressione-pressione)
	"ACCESO" / "SPENTO" (pulsante)
	"SPENTO" solo per una parte dell'apparecchio
	"ACCESO" solo per una parte dell'apparecchio
	Arresto di emergenza
	Condizione di attesa (stand-by)
	Attesa o stato di preparazione di una parte dell'apparecchiatura.
	Arresto (di un'operazione).
	Pausa; interruzione momentanea.
	Posizione "INGRESSO" di un pulsante a due posizioni stabili.
	Posizione "INGRESSO" di un pulsante a due posizioni stabili.

8.3.2. Grado di protezione (IP)








Protezione contro l’accesso a parti pericolose

1ª cifra caratteristica	1	2	3	4-5-6
3ª lettera addizionale	A	B	C	D
Protezione delle persone al contatto con parti pericolose	 Dorso della mano	 Dito	 Attrezzo	 Filo
Calibro di prova	 Sfera Ø 50 mm	 Dito di prova Ø 12 mm	 Filo rigido Ø 2,5 mm con sfera di fermo	 Filo rigido Ø 1 mm con sfera di fermo
Impiego consentito	Luoghi chiusi (accessibili solo a persone autorizzate)	Luoghi accessibili anche a persone non addestrate	Luoghi dove si usano piccoli utensili (cacciaviti)	Luoghi dove si usano oggetti filiformi

Protezione contro la penetrazione di corpi solidi















1ª cifra caratteristica	0	1	2	3	4	5	6
Protezione contro l’ingresso dei corpi solidi	Nessuna	Corpi solidi con dimensione minima superiore a 50 mm	Corpi solidi con dimensione minima superiore a 12,5 mm	Corpi filiformi con diametro superiore a 2,5 mm	Corpi filiformi con diametro superiore a 1 mm	Polvere (protezione parziale)	Polvere (protezione totale)
Mezzo di prova	Nessuno	 Sfera Ø 50 mm	 Sfera Ø 50 mm + dito di prova	 Filo rigido Ø 2,5 mm	 Filo rigido Ø 1 mm	 Camera a circolazione di talco	 Camera a circolazione di talco
Impiego consentito	Solo all’interno di involucri	Luoghi chiusi (accessibili solo a persone autorizzate ed addestrate)	Luoghi ordinari con presenza solo di oggetti grossolani	Luoghi ordinari con presenza anche di oggetti filiformi di medie dimensioni	Luoghi ordinari con presenza anche di oggetti filiformi di piccole dimensioni	Luoghi occasionalmente polverosi	Luoghi permanentemente polverosi

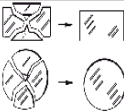







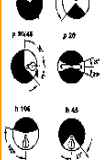
Protezione contro la penetrazione di liquidi

2 <sup>a</sup> cifra caratteristica	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Protezione contro la penetrazione di acqua	Nessuna	Condensa (caduta gocce verticali)	Condensa (caduta gocce angolato fino a 15°)	Pioggia con angolo fino a 60° dalla verticale	Spruzzo da tutte le direzioni	Getti da tutte le direzioni	Protezione d'acqua mareggiate	Immersione temporanea	Immersione permanente
Mezzo di prova	Nessuno	 Gocciolatoio	 Gocciolatoio	 Spruzzatore dall'alto	 Spruzzatore rotante a 360°	 Lancia Ø 6,3 mm portata 12,5 l/min	 Lancia Ø 12,5 mm portata 100 l/min	 In vasca con 1 m di battente d'acqua	Secondo accordi cliente -costruttore
Impiego consentito	In ambienti asciutti	Ambienti umidi con componenti in posizione verticale predeterminata	Ambienti umidi con componente in posizione non perfettamente verticale	Luoghi esposti alla pioggia ma non agli spruzzi dal basso	Luoghi esposti alla pioggia e agli spruzzi	Luoghi soggetti a lavaggio con getti d'acqua di media potenza	Luoghi soggetti a lavaggio energico e a maraggiate (moli)	Luoghi soggetti a inondazioni temporanee o a immersione sotto la neve per lunghi periodi	Funzionalità subacquea



### 8.3.3. Simboli lampade e corpi illuminanti

Simbolo	Significato
	Divieto di uso di lampade a luce fredda
	Distanza minima degli oggetti illuminati (metri)
	Apparecchio predisposto per il montaggio diretto su superfici normalmente infiammabili
	Apparecchio non idoneo al montaggio diretto su superfici normalmente infiammabili. Idoneo solo al montaggio su superfici non combustibili. (Montato sulla superficie).
	Apparecchio non idoneo al montaggio diretto su superfici normalmente infiammabili. Idoneo solo al montaggio su superfici non combustibili. (Incassato).
	Apparecchio non idoneo ad essere ricoperti di materiale termicamente isolante.
nessun segno grafico	IP20 - Apparecchio ordinario
	IPX1 - Apparecchio protetto contro lo stillicidio
	IPX3 - Apparecchio protetto contro la pioggia
	IPX4 - Apparecchio protetto contro gli spruzzi d'acqua
	IPX5 - Apparecchio protetto contro i getti d'acqua.
	IPX7 - Apparecchio stagno all'immersione
	IPX8 - Apparecchio stagno alla sommersione
nessun segno grafico	IPX3 - Apparecchio a prova di penetrazione di sonda con diametro 2,5 mm
nessun segno grafico	IP4X - Apparecchio a prova di penetrazione di sonda con diametro 1 mm
	IP5X - Apparecchio protetto contro la polvere
	IP6X - Apparecchio totalmente protetto contro la polvere
	Uso di cavi di alimentazione, interconnessione o cablaggio esterno resistenti al calore.
	Apparecchio previsto per l'uso con lampada a calotta riflettente
	Apparecchio per servizio gravoso
	Apparecchio per lampade a vapori di sodio ad alta pressione che richiede un accenditore esterno (alla lampada)
	Apparecchio per lampade a vapori di sodio ad alta pressione con dispositivo di innesco interno

Simbolo	Significato
	Sostituire gli schermi di protezione danneggiati
	Apparecchio munito di fusibili interni
	Apparecchio progettato esclusivamente per lampade ad alogeni a filamento di tungsteno auto protette o lampade a vapori di alogenuri auto protette.
	Lampada solo per apparecchi dotati di schermo.
	Apparecchio installabile solo da personale avvisato.
	Apparecchio per lampade auto protette contro l'emissione UV.
	Lampade da non usare nei circuiti con variatore.
	Lampada da non toccare a mani nude.
	Apparecchio a temperatura superficiale limitata.
	Lampada con emissione UV-C.
	Lampada pericolosa per gli occhi.
	Lampada da non usare con l'involucro esterno rotto (anche se funzionante).
	Posizioni di funzionamento non ammesse (in nero).

8.3.4. Simboli trasformatori

Simbolo	Significato
	Circuito primario
	Circuito secondario
	Massima temperatura di funzionamento nominale di un avvolgimento del trasformatore alla quale si presuppone che il trasformatore abbia una determinata durata di servizio in funzionamento continuo. Dove "x" è la vita presunta in anni e "yyy" la corrispondente temperatura nominale di funzionamento.
	Morsetto collegato alla struttura o al nucleo
	Autotrasformatore a prova di guasto
	Autotrasformatore non resistente al cortocircuito
	Autotrasformatore resistente al cortocircuito
	Trasformatore di separazione a prova di guasto
	Trasformatore di separazione non resistente al cortocircuito
	Trasformatore di separazione resistente al cortocircuito
	Trasformatore d'isolamento a prova di guasto
	Trasformatore d'isolamento non resistente al cortocircuito
	Trasformatore d'isolamento resistente al cortocircuito
	Trasformatore di sicurezza a prova di guasto
	Trasformatore di sicurezza non resistente al cortocircuito
	Trasformatore di sicurezza resistente al cortocircuito
	Trasformatore di comando a prova di guasto
	Trasformatore di comando non resistente al cortocircuito
	Trasformatore di comando resistente al cortocircuito
	Trasformatore di separazione a tensione costante non resistente al cortocircuito
	Trasformatore di separazione a tensione costante resistente al cortocircuito
	Trasformatore di isolamento a tensione costante non resistente al cortocircuito
	Trasformatore di isolamento a tensione costante resistente al cortocircuito
	Trasformatore di isolamento a tensione costante a prova di guasto
	Trasformatore di sicurezza a tensione costante non resistente al cortocircuito
	Trasformatore di sicurezza a tensione costante resistenti al cortocircuito
	Trasformatore di sicurezza a tensione costante a prova di guasto
	Autotrasformatore a tensione costante non resistente al cortocircuito
	Autotrasformatore a tensione costante resistente al cortocircuito
	Autotrasformatore a tensione costante a prova di guasto
	Trasformatore di accensione resistente al cortocircuito per costruzione con un'estremità dell'avvolgimento secondario collegato alla terra.
	Trasformatore di accensione resistente al cortocircuito per costruzione con il centro dell'avvolgimento secondario collegato alla terra.

Simbolo	Significato
	Trasformatore di accensione a prova di guasto con il centro dell'avvolgimento secondario collegato alla terra.
	Trasformatore di accensione a prova di guasto con un'estremità dell'avvolgimento secondario collegato alla terra.
	Trasformatore di isolamento non resistente al cortocircuito per cantieri
	Trasformatore di isolamento resistente al cortocircuito per cantieri
	Trasformatore di isolamento a prova di guasto per cantieri
	Trasformatore di sicurezza non resistente al cortocircuito per cantieri
	Trasformatore di sicurezza resistente al cortocircuito per cantieri
	Trasformatore di isolamento di attenuazione dei disturbi a prova di guasto
	Trasformatore di isolamento di attenuazione dei disturbi resistenti al cortocircuito
	Reattori a prova di guasto
	Reattori non resistenti al sovraccarico
	Reattori resistenti al sovraccarico
	Trasformatore di sicurezza di attenuazione dei disturbi a prova di guasto
	Trasformatore di sicurezza di attenuazione dei disturbi resistenti al cortocircuito
	Trasformatore per campanelli e suonerie.
	Trasformatore per campanelli e suonerie a prova di guasto
	Unità di alimentazione per rasoi.
	SMPS (Switch Mode Power Supply) - Unità di alimentazione a commutazione.
	Trasformatore di isolamento non resistente al cortocircuito per alimentazione di locali ad uso medico
	Trasformatore per giocattoli (trasformatore resistente al cortocircuito per costruzione, trasformatore resistente al cortocircuito non per costruzione, o trasformatore a prova di guasto)
	Trasformatore per apparecchi portatili di classe III per lampade a incandescenza resistente al cortocircuito (per costruzione o non per costruzione)
	Alimentatori muniti di isolamento doppio o rinforzato
	Alimentatore solo per uso interno
	Unità di alimentazione protetta termicamente a temperatura dichiarata. I punti sono sostituiti con il valore della temperatura, utilizzando valori crescenti di multipli di 10.
	Trasformatore per uso indipendente, quando privo di detto simbolo (ovvero da incorporare) deve essere riposto entro un involucro o in una base munita di pressacavo e grado di protezione IP2X.
	Trasformatore elettronico installabile su mobili (180°C)
	Trasformatore elettronico installabile su mobili (115°C)
	Trasformatore toroidale o lamellare con protezione contro il sovraccarico e il cortocircuito sul secondario.

8.3.5. Simboli contattori (categorie di utilizzazione)

Simbolo	Significato	
	Applicazioni tipiche	Tipo di corrente
AC-1	Carichi non induttivi o debolmente induttivi, forni a resistenza.	C.a.
AC-2	Motori ad anelli: avviamento, arresto.	
AC-3	Motori a gabbia: avviamento, arresto del motore durante la marcia <sup>(1)</sup>	
AC-4	Motori a gabbia: avviamento, frenatura in controcorrente, manovra a impulsi.	
AC-5a	Comando di lampade a scarica	
AC-5b	Comando di lampade a incandescenza.	
AC-6a	Comando di trasformatori.	
AC-6b	Comando di batterie di condensatori.	
AC-7a <sup>(3)</sup>	Carichi debolmente induttivi in applicazioni domestiche e similari.	
AC-7b	Carichi dati da motori in applicazioni domestiche	
AC-8a	Comando di motori per compressori ermetici di frigoriferi con ripristino manuale dello sganciatore di sovraccarico.	C.c.
AC-8b	Comando di motori per compressori ermetici di frigoriferi <sup>(2)</sup> con ripristino automatico dello sganciatore di sovraccarico.	
DC-1	Carichi non induttivi o debolmente induttivi, forni a resistenza.	
DC-3	Motori in derivazione: avviamento, frenatura in controcorrente, manovre a impulsi. Frenatura dinamica di motori in corrente continua.	
DC-5	Motori in serie: avviamento, frenatura in controcorrente, manovre ad impulsi. Frenatura dinamica di motori in corrente continua.	
DC-6	Comando di lampade a incandescenza.	

1) La categoria AC-3 può essere utilizzata per manovre sporadiche a impulsi o frenature in controcorrente per periodi limitati, come quelli relativi al posizionamento della macchina; durante tali periodi limitati, il numero di queste operazioni non dovrebbe superare cinque al minuto o dieci in un periodo di 10 min.

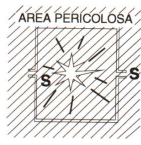
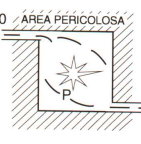


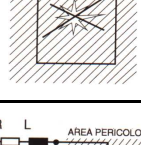
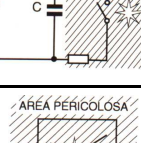
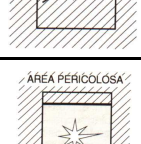
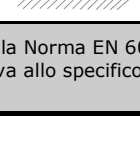
2) I motori di compressori ermetici di frigoriferi, sono una combinazione costituita da un compressore e un motore, entrambi racchiusi nello stesso involucro, senza alberi o tenute d'albero esterne, in cui il motore opera nel refrigerante.

3) Per le categorie AC-7a e AC-7b vedi la IEC 61095.

8.3.6. Simboli dispositivi di comando (categorie di utilizzazione)

Simbolo	Significato	
	Applicazioni tipiche	Tipo di corrente
AC-12	Comando di carichi resistivi e carichi a stato solido con isolamento ottenuto con opto isolatori.	C.a.
AC-13	Comando di carichi a stato solido con trasformatore d'isolamento.	
AC-14	Comando di piccoli carichi elettromagnetici ( $\leq 72$ VA).	
AC-140	Comando di piccoli carichi resistivi induttivi con corrente di attivazione $\leq 0,2$ A (es. relè ausiliari)	
AC-15	Comandi di carichi elettromagnetici ( $> 72$ VA).	
DC-12	Comando di carichi resistivi e carichi a stato solido con isolamento ottenuto con opto isolatori	C.C.
DC-13	Comando di elettromagneti	
DC-14	Comando di carichi elettromagnetici aventi resistori economizzatori nel circuito.	
Ausiliari ad apertura positiva		
	Tipo 1: avente un solo elemento di contatto ad apertura positiva.	
	Tipo 2: avente uno o più elementi di contatto ad apertura positiva e uno o più contatti di chiusura o scambio.	
	Marcatura per ausiliari ad apertura positiva.	

### 8.3.7. Simboli apparecchiature atmosfere esplosive e loro applicazione

Sigla	Descrizione <sup>(1)</sup>	Raffigurazione
<b>EEx d</b>	<b>Custodie a prova di esplosione "d"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-1 nel quale le parti che possono accendere un'atmosfera esplosiva sono racchiuse in una custodia che è in grado di resistere alla pressione sviluppatasi durante una esplosione interna di una miscela esplosiva e di impedire la trasmissione dell'esplosione all'atmosfera esplosiva esterna alla custodia.	
<b>EEx p</b>	<b>Modo di protezione a sovrappressione interna "p"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-2 che consiste nell'introdurre un gas di protezione in un involucro con lo scopo di impedirne la formazione d'una atmosfera esplosiva, mantenendovi inoltre una sovrappressione rispetto all'atmosfera circostante e, quando necessario, utilizzando la diluizione.	
<b>EEx o</b>	<b>Costruzioni immerse in olio "o"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-6 che consiste nell'immergere le apparecchiature elettriche in un liquido di protezione in maniera tale che un'atmosfera esplosiva che si trovi al di sopra del liquido od all'esterno della custodia non possa essere innescata.	
<b>EEx q</b>	<b>Costruzioni a riempimento polverulento "q"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-5 che consiste nell'immergere completamente in un materiale di riempimento le parti suscettibili di accendere un'atmosfera esplosiva in modo tale da impedire il verificarsi di tale evento.	
<b>EEx e</b>	<b>Modo di protezione a sicurezza aumentata "e"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-7 che consiste nell'applicare misure complementari al fine di fornire una sicurezza aumentata contro la possibilità di temperature eccessive e la formazione di archi o scintille all'interno o sulle parti esterne di una costruzione elettrica che non produce archi o scintille in servizio normale.	
<b>EEx i</b>	<b>Modo di protezione a sicurezza intrinseca "i"</b> : modo di protezione conforme alle norme EN 60079-11 (ia) e 60079-18 (ib) che consiste nell'impiegare tutti circuiti intrinsecamente sicuri ovvero tali che nessuna scintilla né nessun effetto termico in condizioni normali e in condizioni specificate di guasto è capace di provocare l'accensione di una data atmosfera esplosiva.	
<b>EEx n</b>	<b>Modo di protezione per incapacità di accendere le miscele esplosive "n"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-15 che applicata alle costruzioni elettriche, le rende incapaci, durante il servizio normale, di provocare l'accensione di una miscela esplosiva circostante.	
<b>EEx m</b>	<b>Modo di protezione per incapsulamento "m"</b> : modo di protezione conforme alla norma EN 60079-18 che consiste nel racchiudere in un composto i componenti che potrebbero infiammare un'atmosfera esplosiva con scintille o riscaldamento in modo tale da impedire il verificarsi di tale evento.	

(1) Tutti i tipi di apparecchi facenti parte di questo elenco debbono essere conformi alla Norma EN 60079-0 (CEI 31-70) la quale stabilisce i requisiti generali oltre alla norma particolare relativa allo specifico modo di protezione.

Zona <sup>(1)</sup>		Categoria <sup>(2)</sup> (ATEX)	Modo di protezione		
G A S	POLVERI (DUST)		Sigla (Ex)	Descrizione	Normativa di riferimento
0		1G	ia	Sicurezza intrinseca	EN 60079-26 EN 60079-11
			ma	Incapsulamento	EN 60079-26 EN 60079-18
	20	1D	iaD	Sicurezza intrinseca	EN 61241-0 EN 61241-11
			mD	Incapsulamento	EN 61241-0 EN 61241-18
1		2G	d	Custodie a prova di esplosione	EN 60079-0 EN 60079-1
			e	Sicurezza aumentata	EN 60079-0 EN 60079-7
			ib	Sicurezza intrinseca	EN 60079-0 EN 60079-11
			mb	Incapsulamento	EN 60079-0 EN 60079-18
			o	Immersione in olio	EN 60079-0 EN 60079-6
			px (py)	Custodie a sovrappressione	EN 60079-0 EN 60079-2
			q	Protezione a riempimento	EN 60079-0 EN 60079-5
	21	2D	ibD	Sicurezza intrinseca	EN 61241-0 EN 61241-11
			tD (A21)	Custodie tD	EN 61241-0 EN 61241-1
			pD	Custodie a sovrappressione	EN 61241-0 EN 61241-4
2		3G	n	A Non scintillanti	EN 60079-0 EN 60079-15
				L Energia limitata	
				C Contenimento	
				R Respirazione limitata	
2		3G	pz	Custodie a sovrappressione	EN 60079-0 EN 60079-2
	22	3D	tD (A22)	Custodie tD	EN 61241-0 EN 61241-1
Miniere		M1	Presenza di atmosfera esplosiva		EN 60079-0
		M2	Rischio di presenza di atmosfera esplosiva		EN 60079-0

(1) Classificazione aree pericolose (Norma UNI EN 1127-1):

**Zona 0:** luogo in cui un'atmosfera esplosiva costituita da una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia è presente continuamente, o per lunghi periodi, o frequentemente.

*Nota : In generale, dette condizioni, quando si presentano, interessano l'interno di serbatoi, tubi e recipienti, ecc.*

**Zona 1:** Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva, costituita da una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia, si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale.

*Nota : Detta zona può comprendere, tra l'altro:*

- luoghi nelle immediate vicinanze della zona 0;
- luoghi nelle immediate vicinanze delle aperture di alimentazione;
- luoghi nelle immediate vicinanze delle aperture di riempimento e svuotamento;
- luoghi nelle immediate vicinanze di apparecchi, sistemi di protezione e componenti fragili di vetro, ceramica e materiali analoghi;
- luoghi nelle immediate vicinanze di premistoppa non sufficientemente a tenuta, esempio su pompe e valvole con premistoppa.

**Zona 2:** Luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva, costituita da una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia, si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo.

*Nota : Detta zona può comprendere, tra gli altri, luoghi circostanti le zone 0 o 1.*

**Zona 20:** Luogo in cui un'atmosfera esplosiva sotto forma di una nube di polveri combustibili nell'aria è presente continuamente, o per lunghi periodi, o frequentemente.

*Nota : In generale, dette condizioni, quando si presentano, interessano l'interno di serbatoi, tubi e recipienti, ecc.*

**Zona 21:** Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva, sotto forma di una nube di polveri combustibili nell'aria, si presenti occasionalmente durante il normale funzionamento.

*Nota : Detta zona può comprendere, per esempio, tra gli altri, luoghi nelle immediate vicinanze di punti di caricamento e svuotamento di polveri e luoghi in cui si formano strati di polvere o che, durante il normale funzionamento, potrebbero produrre una concentrazione esplosiva di polveri combustibili in miscela con l'aria.*

**Zona 22:** Luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva, sotto forma di una nube di polvere combustibile nell'aria, si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo.

*Nota : Questa zona può comprendere, tra gli altri, luoghi in prossimità di apparecchi, sistemi di protezione e componenti contenenti polveri, dai quali le polveri possono fuoriuscire a causa di perdite e formare depositi di polveri (per esempio sale di macinazione, in cui la polvere fuoriesce dai mulini e si deposita).*

(2) Categorie (Direttiva ATEX):

**Gruppo I:**

**categoria M1:** livello di protezione molto elevato;

**categoria M2:** livello di protezione elevato.

**Gruppo II:**

**categoria 1:** livello di protezione molto elevato;

**categoria 2:** livello di protezione elevato;

**categoria 3:** livello di protezione normale.

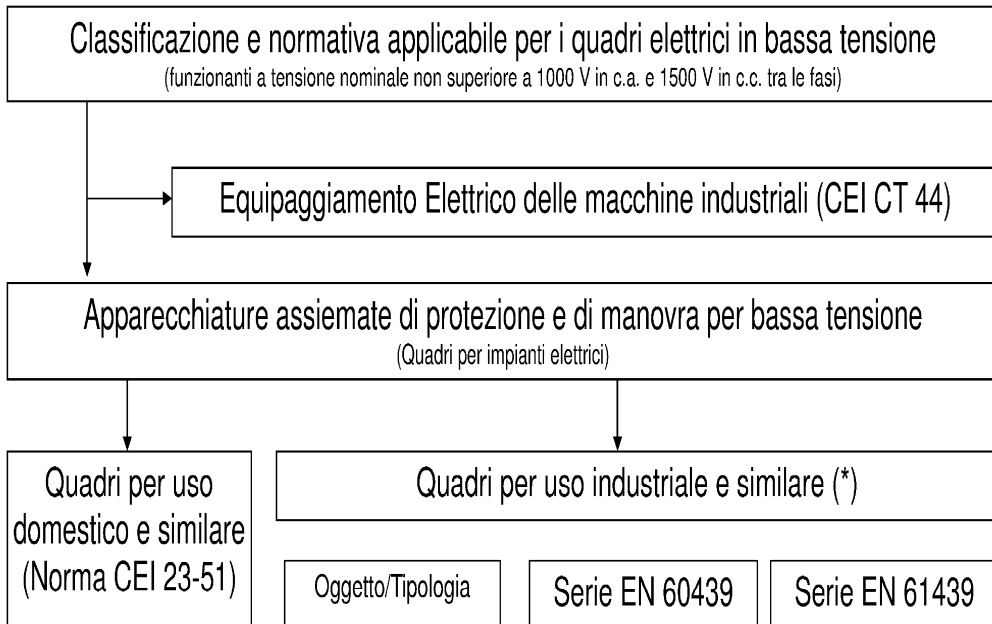
**Tipo di atmosfera:**

**G = GAS** (atmosfera esplosiva, costruita da una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia)

**D = DUST** (atmosfera esplosiva, sotto forma di una nube di polveri combustibili nell'aria).

## 9. Quadri elettrici

**9.1 Classificazione dei quadri elettrici** (per ulteriori approfondimenti vedi le specifiche Guida ANIE relative ai quadri elettrici di tipo industriale e bordo macchina, rispettivamente ai punti 6.1 e 6.2 del par.14.2).



(\*) La denominazione utilizzata: "quadri elettrici per uso industriale" non trova un preciso riscontro nella normativa tecnica. Nel linguaggio comune viene comunque utilizzata per raggruppare tutti i quadri per impianti elettrici che superano determinati limiti di potenza (125 A, ovvero circa 75 kW) o che presentano caratteristiche costruttive o di impiego tali da non poter essere assimilati a quelli per "uso domestico".

La Normativa per detta tipologia di quadri è in forte evoluzione: le Norme serie EN 60439 saranno gradualmente sostituite dalle Norme serie EN 61439 secondo lo schema riportato.

Il completamento dell'intera procedura di aggiornamento è previsto per la fine del 2014.

Regole Generali	EN 60439-1 (CEI 17-13) Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)	EN 61439-1 (CEI 17-113) Pubblicata nel 2010
Quadri di Potenza		EN 61439-2 (CEI 17-114) Pubblicata nel 2010
Quadri di Distribuzione	EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Quadri di distribuzione (ASD)	EN 61439-3 Pubblicata nel 2012
Quadri per Cantiere	EN 60439-4 (CEI 17-13/4)	EN 61439-4 Pubblicazione prevista per il 2012
Cassette per distribuzione in cavo	EN 60439-5 (CEI 17-64)	EN 61439-5 Pubblicata nel 2012
Condotti Sbarre	EN 60439-2 (CEI 17-13/2)	EN 61439-6 Pubblicazione prevista per il 2011

## 9.2. Guida alla realizzazione dei quadri elettrici CEI 23-51

### Quadri per uso domestico e similare (Norma CEI 23-51).


Rientrano in questa definizione i quadri che presentano le seguenti caratteristiche:

- ⇒ si impieghino involucri vuoti conformi alla Norma sperimentale CEI 23-49;
- ⇒ la temperatura ambiente di utilizzo non superi normalmente i 25 °C e occasionalmente i 35 °C;
- ⇒ la tensione nominale di utilizzo non sia superiore a 440 V;
- ⇒ la corrente nominale in entrata ( $I_{ne}$ ) non sia superiore a 125 A;
- ⇒ la corrente presunta di corto circuito non sia superiore a 10 kA o si impieghino dispositivi di limitazione di corrente aventi corrente di picco limitata non eccedente 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di corto circuito massima ammissibile ai terminali dei circuiti di entrata del quadro;
- ⇒ non siano destinati ad incorporare apparecchi di protezione e manovra per uso domestico e similare con corrente nominale superiore a 125A.

Qualora l'apparecchiatura rispetti tutte le caratteristiche sopra elencate rientra nell'ambito di applicazione della Norma **CEI 23-51**, mentre in caso contrario dovrà essere applicata la Norma CEI 17-13/1 (parte 1) corredata nel caso di costruzioni particolari (es. condotti sbarre, quadri di distribuzione con accesso al loro uso di persone non addestrate o quadri per cantiere) da altre specifiche normative (parti 2). Non rientrano comunque nell'ambito di applicazione della Norma **CEI 23-51** i piccoli involucri da parete o incasso e gli apparecchi in essi contenuti di serie per uso domestico (prese a spina, interruttori, ecc. in scatole tonde o rettangolari).

### Dati di targa

I quadri elettrici per uso domestico e similare debbono riportare le seguenti indicazioni:

- ⇒ nome o marchio del costruttore;
- ⇒ tipo o altro mezzo di identificazione del quadro da parte del costruttore;
- ⇒ corrente nominale del quadro ( $I_{nq}$ );
- ⇒ natura della corrente e frequenza;
- ⇒ tensione nominale di funzionamento;
- ⇒ grado di protezione (se superiore a IP2XC);
- ⇒ Simbolo dell'isolamento completo, se applicabile (  )

### Definizioni

**Costruttore:** organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito.

**$I_{ne}$ :** **corrente nominale in entrata**, pari alla corrente o alla somma delle correnti nominali ( $I_n$ ) di tutti i dispositivi di protezione e manovra in entrata, destinati ad essere utilizzati contemporaneamente, moltiplicato per il fattore di utilizzo ( $K_e$ ).

**$K_e$ :** **fattore di utilizzo**, che tiene conto delle condizioni di installazione dei dispositivi di protezione e manovra presenti nel quadro. Questo si applica ai circuiti di entrata del quadro ed è pari a 0,85. Nel caso in cui  $I_{ne} < I_{nu}$  in luogo di  $K_e$  può essere utilizzato per la verifica termica il valore derivante dal rapporto  $I_{nu} /$  (somma delle correnti nominali ( $I_n$ ) dei circuiti in entrata).

**$I_{nu}$ :** **corrente nominale in uscita**, somma delle correnti nominali ( $I_n$ ) di tutti i dispositivi di protezione e manovra in uscita destinati ad essere utilizzati contemporaneamente.

**K:** **fattore di contemporaneità**, può essere fissato tenendo conto:

- ⇒ del tipo di utenza (abitazione, ufficio, negozio, ecc.);
- ⇒ della natura dei carichi e loro utilizzazione nella giornata;
- ⇒ del rapporto tra la corrente nominale del quadro ( $I_{nq}$ ) e la somma delle correnti di tutti gli apparecchi di protezione e manovra in uscita ( $I_{nu}$ ).

In mancanza di informazioni sui valori effettivi delle correnti in uscita dei circuiti del quadro, si può fare ricorso ai valori della tabella di seguito riportata.

Numero circuiti principali	Fattore di contemporaneità (K)
2 e 3	0,8
4 e 5	0,7
da 6 a 9 compresi	0,6
10 e più	0,5

- I<sub>nq</sub>**: **corrente nominale del quadro**, valore più basso tra la corrente nominale in entrata (**I<sub>ne</sub>**) e la corrente nominale in uscita (**I<sub>nu</sub>**).
- P<sub>dp</sub>**: **potenza dissipata dai dispositivi di protezione e manovra**, somma della potenza dissipata dai dispositivi di protezione e manovra che tiene conto dei fattori di utilizzo (**K<sub>e</sub>**) e di contemporaneità (**K**).
- P<sub>au</sub>**: **potenza dissipata dagli altri componenti** che nell'uso ordinario dissipano una potenza significativa nei confronti di **P<sub>dp</sub>** (ad es: lampade di segnalazione, ad incandescenza, trasformatori per suoneria, citofonia, ecc.).
- P<sub>tot</sub>**: **potenza totale dissipata nel quadro**, pari alla somma della potenza dissipata dai dispositivi di protezione e manovra (**P<sub>dp</sub>**), aumentata del 20% per tener conto di: "collegamenti, prese a spina, relé, timer, piccoli apparecchi, ecc.", e della potenza dissipata dagli altri componenti installati nel quadro (**P<sub>au</sub>**) che dissipano una potenza significativa nei confronti di (**P<sub>dp</sub>**) [**P<sub>tot</sub>**=**P<sub>dp</sub>**+20%**P<sub>dp</sub>**+**P<sub>au</sub>**].
- P<sub>inv</sub>**: **potenza massima dissipabile dall'involucro**, valore dichiarato dal costruttore, della potenza dissipabile all'interno dell'involucro nel rispetto dei limiti di sovratemperatura e nelle condizioni di installazione previste.

### Verifiche e prove

Quadri **monofase** con **I<sub>nq</sub> ≤ 32 A**: solo le verifiche prescritte ai punti 1, 9<sup>(1)</sup> e 11 della tabella seguente.

Altre tipologie di quadri con **I<sub>ne</sub> ≤ 125 A**: verifiche prescritte ai punti 1, 2, 3, 9<sup>(1)</sup> e 11 della tabella seguente.

Verifiche e prove da eseguire sui quadri di distribuzione per uso domestico e similare

Rif.	Caratteristiche	Verifiche/Prove	Rif.par.CEI 23-51
1	Costruzione ed identificazione	Controllo visivo dei dati di targa e della conformità del quadro agli schemi, dati tecnici, ecc.	6.4.1
2	Limiti di sovratemperatura	Verifica dei limiti di sovratemperatura mediante calcolo della potenza dissipata.	6.4.2
3	Resistenza di isolamento	Verifica della resistenza d'isolamento	6.4.3
4	Resistenza meccanica all'impatto	Verifica della resistenza meccanica	(2)
5	Grado di protezione	Verifica del grado di protezione	6.4.4 <sup>(2)</sup>
6	Resistenza del materiale isolante al calore anormale ed al fuoco	Prova del filo incandescente (solo per involucri in materiale isolante)	(2)
7	Resistenza dei materiali isolanti al calore	Prova di pressione con la sfera (solo per involucri in materiale isolante)	(2)
8	Tenuta al corto circuito	Non applicabile	-
9 <sup>(1)</sup>	Efficienza del circuito di protezione	Verifica dell'efficienza del circuito di protezione	6.4.5
10	Resistenza alla ruggine e all'umidità	Verifica della resistenza alla ruggine e all'umidità (solo per involucri metallici)	(2)
11	Cablaggio, funzionamento meccanico e, se necessario, funzionamento elettrico.	Verifica del corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e, se necessario, del funzionamento elettrico	6.4.6
12	Compatibilità elettromagnetica	Prove di immunità e di emissione per i quadri che incorporano componenti elettrici e/o elettronici che emettono e/o che non sono immuni dai disturbi elettromagnetici e che non soddisfano le condizioni a) e b) del par.6.4.7.2 della Norma CEI 23-51.	6.4.7

(1) Verifica non necessaria se il quadro non ha masse.

(2) Le prove n° 4, 5, 6, 7 e 10 sono in accordo con la Norma Sperimentale CEI 23-49. Esse non si effettuano se l'involucro è stato riconosciuto conforme a questa Norma.



Schema a blocchi per le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per uso domestico e similare

Quadri di distribuzione per  
uso domestico e similare  
con involucro conforme alla  
Norma Sperimentale CEI  
23-49

Il circuito di entrata è monofase

**NO**

SI

La corrente nominale  $I_{nq}$   
è  $\leq 32 \text{ A}$

**NO**

SI

- |    |  |
|----|--|
| 1) | Schema unifilare del quadro e dati tecnici dei componenti  |
| 2) | Rapporto di prova contenente i risultati delle verifiche di cui ai punti 1 - 9 - 11 della tabella a lato |
| 3) | Dichiarazione di conformità  |

- |    |  |
|----|--|
| 1) | Schema unifilare del quadro e dati tecnici dei componenti  |
| 2) | Relazione di verifica delle sovratemperature   |
| 3) | Rapporto di prova contenente i risultati delle verifiche di cui ai punti 1 - 2 - 3 - 9 - 11 della tabella a lato |
| 4) | Dichiarazione di conformità  |

### Esempio di relazione di verifica dei limiti di sovratemperatura

<b>Tipo o numero di identificazione del quadro:</b>							
<b>CORRENTE NOMINALE "I<sub>nq</sub>" (A):</b>							
POTENZA DISSIPATA DAI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E MANOVRA							
Descrizione circuito	Numero circuito	Numero poli <sup>(2)</sup>	Corrente nominale (A)	P <sub>d</sub> per polo (W) <small>(1)</small>	P <sub>d</sub> nominale per dispositivo (W) <small>(2)</small>	K <sub>e</sub> o K	P <sub>d</sub> effettiva per dispositivo K <sup>2</sup> P <sub>d</sub> (W) <small>(3)</small>
POTENZA DISSIPATA DA COMPONENTI (CHE DISSIPANO NEL LORO IMPIEGO ORDINARIO UNA POTENZA SIGNIFICATIVA) "P <sub>au</sub> "							
Descrizione componente	N° circuito	N° componenti	Potenza nominale (W)	P <sub>au</sub> per componente (W)	P <sub>au</sub> complessiva (W)		
TOTALE POTENZA DISSIPATA DAI COMPONENTI "P <sub>au</sub> " (W)							
POTENZA DISSIPATA NEI COLLEGAMENTI: 0,2·P <sub>dp</sub> (W)							
POTENZA DISSIPATA TOTALE "P <sub>tot</sub> " (W)							
POTENZA MASSIMA DISSIPABILE NELL'INVOLUCRO (sovratemperatura di 30 K) "P <sub>inv</sub> " (W)							
LA VERIFICA DEI LIMITI DI SOVRATEMPERATURA HA DATO ESITO:							
(1)      Dato fornito dal costruttore dell'apparecchio.							
(2)      In caso di interruttore tetrapolare, gli effetti termici sono considerati solo su 3 poli.							
(3)      P <sub>do</sub> = per circuiti in entrata: K <sub>e</sub> <sup>2</sup> × P <sub>d</sub> ; per i circuiti in uscita: K <sup>2</sup> × P <sub>d</sub>							

Procedura di verifica dei quadretti per uso domestico e similare (CEI 23-51).

TIPO O NUMERO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO		
CORRENTE NOMINALE "I <sub>nq</sub> " (A)		

N°	RIF. CEI 23-51	DESCRIZIONE VERIFICA											
1	6.4.1	Titolo verifica: <b>Verifica della costruzione ed identificazione</b>											
		Descrizione: E' necessario assicurarsi che i dati di targa, previsti all'art.5 della Norma CEI 23-51, siano completi e bisogna controllare la conformità del quadro agli schemi circuitali, ai dati tecnici, ecc.											
		Dati riscontrati:	<input type="checkbox"/>	Nome o marchio del costruttore									
			<input type="checkbox"/>	Tipo o altro mezzo di identificazione del quadro									
			<input type="checkbox"/>	Corrente nominale del quadro in Ampere (A)									
			<input type="checkbox"/>	Natura della corrente e frequenza in Hertz (Hz)									
			<input type="checkbox"/>	Tensione nominale di funzionamento in Volt (V)									
<input type="checkbox"/>	Grado di protezione (se superiore a IP2XC) (IP)												
Esito verifica:		<input type="checkbox"/>	POSITIVO			<input type="checkbox"/>	NEGATIVO						
2	6.4.2	Titolo verifica: <b>Verifica dei limiti di sovratemperatura.</b>											
		Descrizione: Si verifica che la potenza totale dissipata nel quadro (P <sub>dp</sub> ) sia inferiore alla potenza massima dissipabile dall'involucro dichiarata dal costruttore (P <sub>inv</sub> ). Non è necessario effettuare questa verifica per i quadri con corrente nominale monofase (I <sub>nq</sub> ) inferiore o uguale a 32 A.											
		P <sub>inv</sub> (W):			Vedere la relazione di verifica dei limiti di sovratemperatura.								
		P <sub>dp</sub> (W):											
		Esito verifica:		<input type="checkbox"/>	POSITIVO			<input type="checkbox"/>	NEGATIVO			<input type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA (I <sub>nq</sub> ≤32A)
3	6.4.3	Titolo verifica: <b>Verifica della resistenza d'isolamento.</b>											
		Descrizione: La prova viene fatta usando un apparecchio di misura della resistenza d'isolamento a una tensione di almeno 500 V. La misura della resistenza d'isolamento deve essere effettuata tra ogni conduttore attivo e le masse e tra i conduttori attivi tra di loro.											
		Valore limite:		230 kΩ per una tensione nominale verso terra di 230 V.									
		Valore misurato (kΩ):		L1-LE	L2-PE	L3-PE	N-PE	L1-N	L2-N	L3-N	L1-L2	L2-L3	L1-L3
		Esito verifica:		<input type="checkbox"/>	POSITIVO			<input type="checkbox"/>	NEGATIVO			<input type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA (I <sub>nq</sub> ≤32A)
4	-	Titolo verifica: <b>Verifica della resistenza meccanica all'impatto.</b>											
		Descrizione: Questa prova è descritta al par.12 delle Norme CEI 23-48 e 23-49. Non è necessario effettuare questa verifica per i quadri riconosciuti conformi alla Norma CEI 23-49.											
		Esito verifica:		<input checked="" type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto è stato impiegato un involucro conforme alla Norma CEI 23-49.								
5	6.4.4	Titolo verifica: <b>Verifica del grado di protezione.</b>											
		Descrizione: Il grado di protezione deve essere verificato secondo la Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1). Se all'involucro non sono state apportate modifiche tali da comprometterne il grado di protezione e se l'involucro è stato installato secondo le indicazioni del costruttore dell'involucro, ci si può riferire al grado IP dichiarato dal costruttore.											
		Esito verifica:		<input checked="" type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto sull'involucro non sono state apportate modifiche tali da comprometterne il grado di protezione e lo stesso è stato installato secondo le indicazioni del costruttore.								
6	-	Titolo verifica: <b>Resistenza del materiale isolante al calore anormale ed al fuoco.</b>											
		Descrizione: Questa verifica consiste nella prova al filo incandescente, si effettua con solo per involucri isolanti ed è descritta al par.13 delle Norme CEI 23-48 e 23-49. Non è necessario effettuare questa verifica											
		Esito verifica:		<input checked="" type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto è stato impiegato un involucro conforme alla Norma CEI 23-49.								

N°	RIF. CEI 23-51	DESCRIZIONE VERIFICA						
7	-	Titolo verifica:	<b>Resistenza dei materiali isolanti al calore.</b>					
		Descrizione:	Questa verifica consiste nella prova di pressione con la sfera, si effettua con solo per involucri isolanti ed è descritta al par.14 delle Norme CEI 23-48 e 23-49. Non è necessario effettuare questa verifica per i quadri riconosciuti conformi alla Norma CEI 23-49.					
		Esito verifica:	<input checked="" type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto è stato impiegato un involucro conforme alla Norma CEI 23-49.				
8	-	Titolo verifica:	<b>Tenuta al corto circuito.</b>					
		Descrizione:	Questa verifica non risulta applicabile a questo tipo di costruzioni.					
		Esito verifica:	<input checked="" type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto tale prova non risulta applicabile a questo tipo di costruzione.				
9	6.4.5	Titolo verifica:	<b>Verifica dell'efficienza del circuito di protezione.</b>					
		Descrizione:	Si effettua un esame a vista e, se necessario, si esegue la verifica della continuità del circuito di protezione. In questo caso si esegue una misura per verificare che la resistenza tra il terminale d'ingresso del conduttore di protezione e la massa ad esso collegata sia sufficientemente bassa. Questa verifica non si effettua nel caso che il quadro non abbia masse.					
		Esito verifica:	<input type="checkbox"/>	POSITIVO	<input type="checkbox"/>	NEGATIVO	<input type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto il quadro non presentava masse.
10	-	Titolo verifica:	<b>Resistenza alla ruggine e all'umidità.</b>					
		Descrizione:	Questa, si effettua con solo per involucri metallici ed è descritta al par.15 delle Norme CEI 23-48 e 23-49. Non è necessario effettuare questa verifica per i quadri riconosciuti conformi alla Norma CEI 23-49.					
		Esito verifica:	<input checked="" type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto è stato impiegato un involucro conforme alla Norma CEI 23-49.				
11	6.4.6	Titolo verifica:	<b>Verifica del corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e, se necessario, del funzionamento elettrico.</b>					
		Descrizione:	Si effettua un controllo per assicurarsi della buona sistemazione dei cavi, dei sistemi di connessione del quadro nonché del corretto montaggio degli apparecchi. Può essere necessario un controllo del cablaggio e, in relazione alla complessità del quadro, se necessario si effettua una prova di funzionamento elettrico. Si verifica inoltre il funzionamento di eventuali dispositivi di blocco.					
		Esito verifica:	<input type="checkbox"/>	POSITIVO	<input type="checkbox"/>	NEGATIVO		
12	6.4.7	Titolo verifica:	<b>Prove di immunità e di emissione ai fini della compatibilità elettromagnetica</b>					
		Descrizione:	Le prove di immunità e di emissione descritte rispettivamente ai parr.6.4.7.2.1 e 6.4.7.2.2 della Norma CEI 23-51 debbono essere effettuate quando all'interno dell'apparecchiatura risultino installati componenti elettrici e/o elettronici che emettono o non risultino immuni dai disturbi elettromagnetici. Peraltro non si procede comunque alle verifiche di cui sopra in presenza di componenti che soddisfano le relative norme di prodotto (e in assenza di queste le norme generali) ai fini della compatibilità elettromagnetica e che siano montati e collegati secondo le istruzioni del costruttore.					
		Esito verifica:	<input type="checkbox"/>	POSITIVO	<input type="checkbox"/>	NEGATIVO	<input type="checkbox"/>	NON EFFETTUATA in quanto il quadro risulta conforme al par. 6.4.7.1 oppure al par.6.4.7.2 lettere a) e b) della Norma CEI 23-51.
Data effettuazione verifiche			Firma del verificatore					
____/____/____								

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ ALLA REGOLA DELL' ARTE**

**Il prodotto:**                      QUADRO DI DISTRIBUZIONE .....  
(Tipo o altro mezzo di identificazione)

**Dati principali:**              Tensione nominale: .....  
Corrente nominale del quadro ( $I_{nq}$ ): .....  
Grado di protezione: IP.....  
.....  
.....

**è conforme alla norma:**

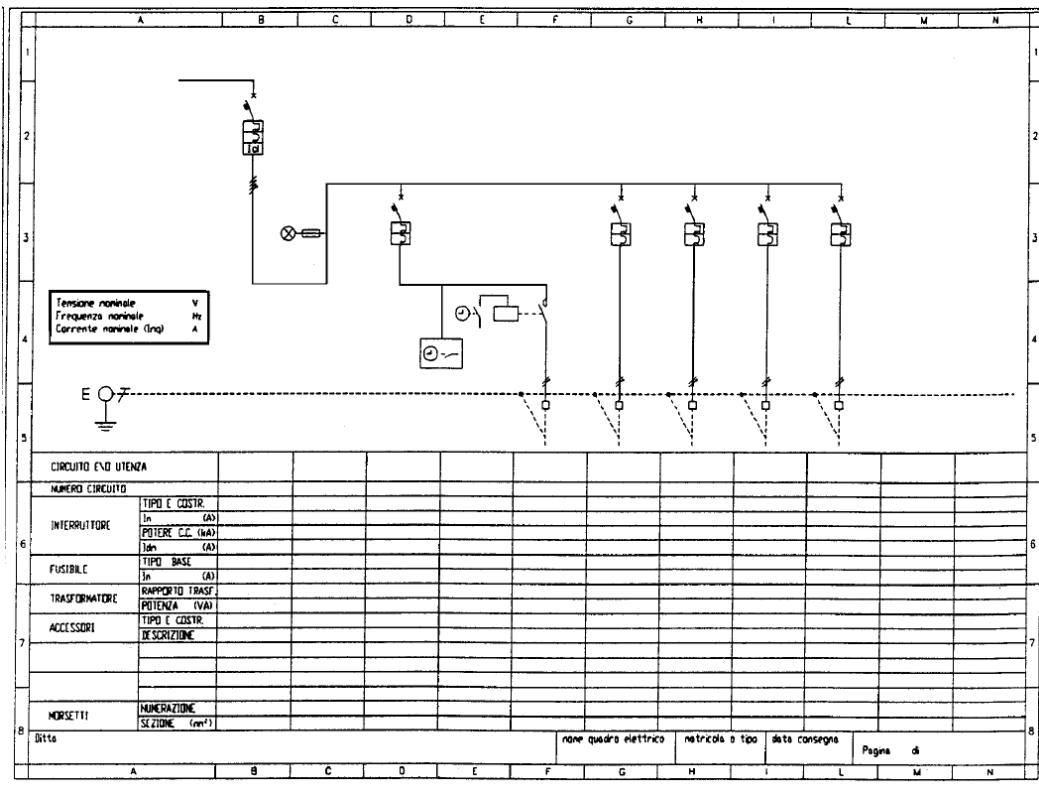
“Norma Sperimentale CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, la verifica e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.”

*Luogo,* .....

*Data,* .....

*Denominazione sociale*  
(Firma del Legale Rappresentante)

### Esempio schema quadro elettrico



## **Manuale di uso e di manutenzione quadri elettrici**

Ciascun quadro elettrico deve essere dotato di un manuale di uso e di manutenzione.

Il manuale di uso e manutenzione deve contenere almeno:

- ⇒ informazioni e dati tecnici del quadro;
- ⇒ limiti e condizioni di funzionamento;
- ⇒ schemi elettrici dei collegamenti;
- ⇒ caratteristiche dei componenti utilizzati;
- ⇒ istruzioni operative per la programmazione e l'utilizzo di eventuali componenti o dispositivi logici (timer, PLC, relè crepuscolari, termostati, ecc.);
- ⇒ raccomandazioni relative alla sicurezza, ed evidenziazione dei rischi;
- ⇒ interventi di manutenzione periodica da effettuare a cura dell'utente;
- ⇒ ricerca guasti ed operazioni di ripristino;
- ⇒ parti di ricambio;
- ⇒ termini e condizioni di garanzia;
- ⇒ smaltimento.

10. Ambienti speciali
10.1. Cantieri Edili

Oggetto delle prescrizioni	Prescrizioni
Generalità	Dal punto di vista normativo i Cantieri edili sono considerati ambienti particolari in relazione al maggior rischio elettrico per folgorazione. Per questi ambienti sono previste prescrizioni aggiuntive (rispetto agli ambienti ordinari) in particolare per la protezione dai contatti diretti ed indiretti e per la scelta e la posa in opera dei componenti elettrici.
Quadri Elettrici	Debbono essere di tipo ASC, conformi alla Norma CEI EN 60439-4 (CEI 17-13/4).
Protezione dai contatti indiretti	⇒ Sistemi TT: tensione limite U_L = 25 V ⇒ Sistemi TN: (per tensione di 230 V) tempo di intervento delle protezioni: ≤ 0,2 s
Protezione dai contatti diretti	⇒ Protezione addizionale dai contatti diretti con interruttore differenziale (Idn ≤ 30 mA) per prese a spina o utenze fisse con corrente nominale ≤ 32A. ⇒ In alternativa all'interruttore differenziale (Idn ≤ 30 mA) è possibile utilizzare la bassissima tensione di sicurezza (SELV con trasformatore di sicurezza) o la separazione elettrica (230 V con trasformatore d'isolamento).
Protezione penetrazione corpi solidi/liquidi	⇒ In generale, grado di protezione minimo IP 44. ⇒ Prese a spina volanti o dove si fa uso di getti d'acqua, grado di protezione minimo IP67.
Prese a spina	Utilizzo prese a spina di tipo industriale EN 60309 (CEI 23-12). Per le attività di breve durata, di finitura o per piccoli cantieri di ristrutturazione, è ammesso l'uso di prese per uso domestico o similare (CEI 23-50) a condizione che siano protette per installazione contro gli urti, la penetrazione di liquidi e dei corpi solidi.
Avvolgicavi	Devono essere di tipo industriale e conformi alle norme CEI EN 61316.
Lampade portatili	Devono essere conformi alla Norma CEI EN 60598-2-8. Gli apparecchi di illuminazione portatili se utilizzati in luoghi conduttori ristretti debbono essere alimentate con circuiti a bassissima tensione di sicurezza SELV.
Cavi	Posa interrata: profondità di interrimento di almeno 0,5 m con interposizione di una segnalazione ad almeno 0,2 m sopra il cavo stesso. Posa aerea: ⇒ Raggio sella: dove: ⇒ t = tiro risultante del cavo in N (t_max = 10 N/mm²) ⇒ R = raggio della sella in m ⇒ Freccia mini dove: ⇒ f = freccia min. (m) ⇒ t = tiro (N) ⇒ L = campata (m) ⇒ h = franco da terra (m) ⇒ q = peso del cavo (N/m)

Tipo Cavi	Posa fissa in aria	Posa fissa interrata	Posa mobile
<b>FROR 450/750V</b>	SI	NO	NO
<b>H07BQ-F 450/750V</b>	SI	NO	SI
<b>H07RN-F 450/750V</b>	SI	NO	SI
<b>FG7OR 0,6/1 kV</b>	SI	SI	NO
<b>N1VV-K 0,6/1 kV</b>	SI	SI	NO

**Protezione dai fulmini e messa a terra strutture:** La necessità di proteggere le strutture del cantiere contro i fulmini deve essere stabilita mediante una corretta valutazione dei rischi così come è definita dalla normativa del CT 81. Le strutture del cantiere quali baracche, depositi, uffici, ecc. per quanto attiene la protezione dai fulmini, risultano in genere auto protette, mentre per la messa a terra per la protezione dai contatti indiretti vale quanto detto a tal proposito precedentemente. Per la messa a terra dei ponteggi invece, si deve procedere alla verifica e classificazione:

⇒ se trattasi o meno di massa estranea: con la misura della resistenza verso di terra, e se questa risultasse inferiore al limite dei 200Ω, procedere con l'eventuale collegamento a terra previsto per le masse estranee con conduttore gialloverde con sezione preferibilmente di 16 mm<sup>2</sup> e comunque non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>;

⇒ se trattasi o meno di struttura autoprotetta: con le procedure esplicitate nelle norme del CT 81 o mediante appositi software.

Nel caso in cui si verifichi che non siamo in presenza di massa estranea e che la struttura è autoprotetta non è necessario procedere ad alcun collegamento a terra dei ponteggi. Le strutture metalliche delle gru invece, sono in genere di fatto già a terra in quanto collegate a masse di apparati elettrici di classe I per la protezione dai contatti indiretti (motori, attuatori, ecc.). Mentre per la protezione dai fulmini vale quanto detto per i ponteggi.

Per le strutture semplici la guida CEI 64-17 fornisce alcuni grafici che permettono, sotto precise condizioni di riferimento, di stabilire la necessità o meno di proteggere dai fulmini gru e ponteggi in funzione del loro sviluppo lineare e della loro altezza.

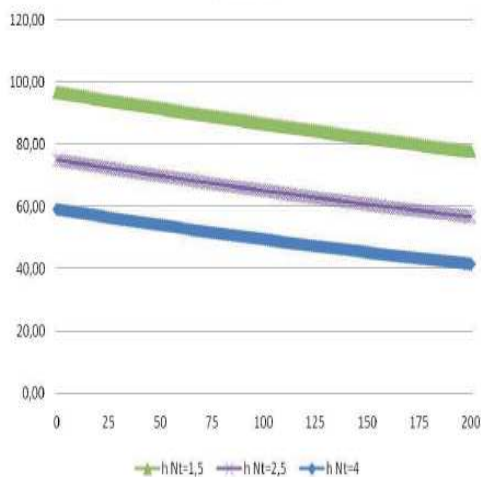
A questo riguardo nella Guida stessa sono stati elaborati 4 grafici relativi a:

- 1) Gru/ponteggio con strutture vicine di altezza più elevata.
- 2) Gru/ponteggio con strutture vicine di altezza uguale o inferiore.
- 3) Gru isolata non in cima ad una collina/montagna.
- 4) Gru isolata in cima ad una collina/montagna.

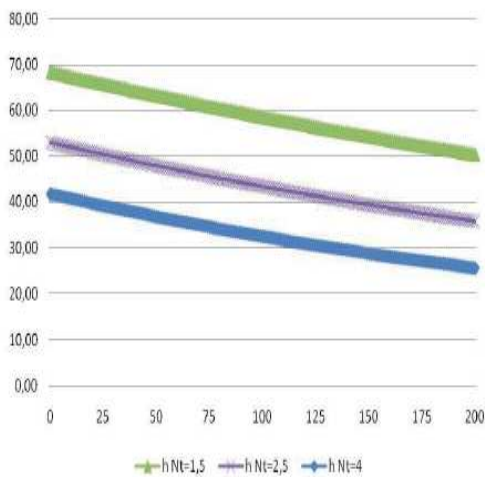
Condizioni di validità dei grafici:

- a)  $R_1 = R_A$
- b) Carico d'incendio nullo
- c) Presenza di persone all'esterno
- d) Terreno di tipo agricolo/cemento
- e) Nessuna protezione contro l'incendio
- f) Tutto il personale presente in cantiere è considerato esposto al rischio
- g)  $N_g = 1,5$
- h)  $N_t$  (Numero fulmini/anno per km<sup>2</sup>) = 1,5 - 2,5 - 4

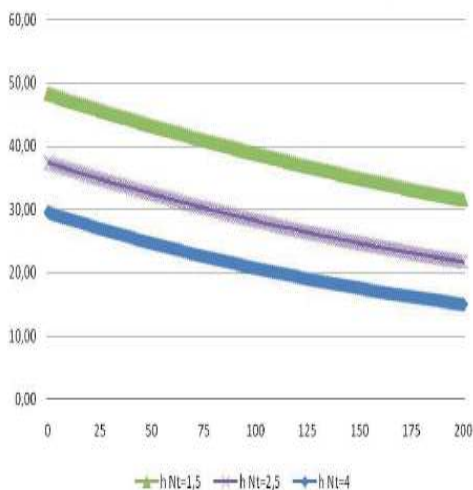
Gru/ponteggio con strutture vicine di altezza più elevata



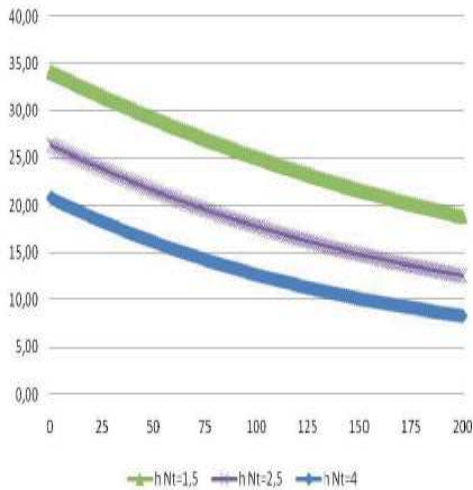
Gru/ponteggio con strutture vicine di altezza uguale o inferiore



Gru isolata non in cima ad una collina o montagna



Gru isolata sulla cima di una collina o montagna

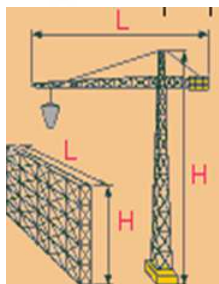


Altezza ponteggio a sviluppo lineare/gru (m)

H

Larghezza ponteggio a sviluppo lineare o braccio della gru (m)

L





## 10.2 Strutture agricole e zootecniche

Oggetto della prescrizione	Prescrizioni
<b>Protezione dai contatti diretti ed indiretti</b>	In caso di alimentazione SELV protezione IPXXB oppure isolamento 500 V per 1 min. Tensione limite $U_L = 25 \text{ V c.a.}$ e 60 V c.c.
<b>Prese a spina</b>	Le <u>prese a spina</u> con $I_n \leq 32\text{A}$ debbono essere protette da dispositivi differenziali con $I_{dn} \leq 30\text{mA}$ Le <u>prese</u> con correnti nominali <u>superiori</u> debbono essere protette con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 100\text{mA}$ Negli <u>altri circuiti terminali</u> con grado di protezione $\leq \text{IP4X}$ con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 300\text{mA}$ Per i <u>circuiti di distribuzione</u> è possibile utilizzare un interruttore differenziale anche <u>ritardato</u> con $I_{dn} \leq 1\text{A}$ Le <u>prese a spina</u> debbono essere (quando le condizioni lo richiedono) del tipo <u>EN 60309-2</u> (CEI 23-12) oppure anche conformi alla Norma <u>CEI 23-50</u> per <u>attività leggere</u> (assenza di acqua, polveri o urti) e di breve durata.
<b>Effetti termici</b>	Installazione da <u>animali</u> o da <u>materiali combustibili</u> di almeno <u>0,5m</u> , salvo più severe istruzioni da parte del costruttore. Nei luoghi dove esiste un pericolo d'incendio i conduttori dei circuiti a <u>bassissima tensione</u> debbono essere protetti con <u>involucro isolante</u> avente un grado di protezione minimo di <u>IP4X</u> .
<b>Collegamento equipotenziale supplementare</b>	Le <u>masse</u> e le <u>masse estranee</u> <sup>(1)</sup> che possono essere <u>toccate</u> dagli <u>animali</u> nei luoghi destinati alla loro custodia debbono essere collegate al <u>conduttore di protezione</u> dell'impianto; si raccomanda inoltre di disporre una <u>griglia metallica</u> nel suolo e di collegarla allo stesso.
<b>Grado di protezione</b>	Le <u>apparecchiature elettriche ordinarie</u> debbono essere protette con un involucro con grado di protezione minimo pari a <u>IP44</u> e se presenti <u>sostante corrosive</u> (es. in stalle e caseifici) deve essere anche resistente alla corrosione.
<b>Componenti elettrici e dispositivi di sezionamento e comando</b>	Installazione in posizione <u>non accessibile agli animali</u> e <u>accessibile agli operatori</u> anche in presenza di questi ultimi, tenendo conto che possono presentarsi in caso di panico degli animali stessi.
<b>Linee elettriche</b>	Le <u>linee aeree</u> debbono essere <u>isolate</u> e poste ad almeno <u>6 m</u> di altezza. Le <u>linee interrate</u> debbono essere poste ad una profondità di almeno <u>0,5 m</u> (1 m in terreni coltivabili) e protette <u>meccanicamente</u> o poste in <u>tubo 450 o 750</u> . Nei luoghi dove le <u>condutture</u> possono essere soggette a <u>urti meccanici</u> debbono avere un grado di protezione contro la compressione almeno di <u>classe 4</u> (CEI EN 61386-21) oppure se posti in <u>canali</u> e <u>condotti</u> questi ultimi debbono avere una classificazione nei confronti degli urti pari ad almeno <u>IK08</u> (CEI EN 50085)
(1) Per massa estranea si intende un corpo metallico che non fa parte dell'impianto elettrico e che può introdurre il potenziale di terra; in ambienti particolari (come le strutture agricole e zootecniche) si intendono tali i corpi metallici che presentano una resistenza di terra inferiore a 200Ω	

## 10.3 Aree di Campeggio

Oggetto delle prescrizioni	Prescrizioni
<b>Condutture</b>	<p>Possono essere o <u>aeree</u> o <u>interrate</u>, con preferenze per queste <u>ultime</u>, ed in ogni caso i conduttori debbono essere di tipo <u>isolato</u> (cavi) anche per la <u>posa aerea</u>.</p> <p>Le <u>condutture interrate</u> debbono essere poste ad una profondità di posa adeguata e non debbono attraversare le piazzole se non dotate di <u>protezione meccanica addizionale</u> (salvo siano poste ad una profondità di posa minima di 0,6 m). I pali e gli altri sostegni delle linee aeree debbono essere disposti in modo da non essere danneggiati dai movimenti prevedibili dei veicoli; inoltre i cavi debbono essere disposti con altezza dal suolo non inferiore a 6 m, nei luoghi di transito dei veicoli, e 3,5 m negli altri luoghi.</p>
<b>Quadri di alimentazione per piazzuole</b>	<p>I quadri di alimentazione per piazzole, con struttura a colonnina, necessari ad alimentare caravan, camper, e tende, debbono essere equipaggiati con prese a spina per i singoli allacciamenti.</p> <p>Le <u>prese a spina</u> devono rispondere alla norma <u>CEI EN 60309-2</u> e avere un grado almeno pari a <u>IP44</u>.</p> <p>Le colonnine devono essere posizionate tra le piazzole in modo tale che l'allacciamento delle utenze non comporti l'attraversamento di strade da parte dei cavi.</p> <p>L'accesso deve essere consentito solo a personale specializzato (es. serratura a chiave).</p> <p>E' consigliabile che ogni colonnina non alimenti più di <u>4 piazzole</u>, infatti è raccomandato dalla norma che ogni quadro non sia allestito con più di <u>4 prese a spina</u> (8 se vengono utilizzati i due lati del quadro).</p> <p>La distanza tra il quadro della piazzola ed il punto di connessione del veicolo non deve superare i <u>20 m</u>.</p>
<b>Prese a spina</b>	<p>Debbono essere del tipo conforme alla Norma <u>CEI 23-12</u> (prese a spina per uso industriale) e disposte in involucri in modo da risultare conformi alla Norma CEI 50-11 ed inoltre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ essere installate ad <u>un'altezza</u> (misurata dal bordo inferiore al suolo) compresa tra <u>0,5 e 1,5m</u>;</li> <li>⇒ avere <u>corrente nominale</u> adatta al massimo carico previsto e comunque non inferiore a <u>16A</u>;</li> <li>⇒ avere propria protezione di sovracorrente (<u>interruttore automatico</u>) e interruttore differenziale con <math>I_{dn} \leq 30mA</math> (per ciascuna presa);</li> <li>⇒ essere prevista almeno una <u>presa</u> ogni <u>piazzuola</u>.</li> </ul>
<b>Dispositivo di collegamento</b>	<p>Il dispositivo di collegamento fra le prese del quadro e l'utilizzatore deve essere costituito da spina e presa conformi alla norma <u>CEI 23-12</u>, mentre il cavo deve essere del tipo <u>H07RN-F</u> dotato di conduttore di protezione e avente una sezione minima di <u>2,5mm<sup>2</sup></u> ed una <u>lunghezza</u> non superiore a <u>25m</u>.</p>

## 10.4 Luoghi conduttori ristretti

Tipo di apparecchi	Circuiti SELV <sup>(1)</sup>	Separazione elettrica <sup>(2)</sup>	Interruzione automatica dell'alimentazione <sup>(3)</sup>	Componenti in classe II <sup>(4)</sup>
Utensili portatili ed apparecchi di misura trasportabili o mobili.	Ammesso	Ammesso	Non ammesso	Non ammesso
Lampade portatili.	Ammesso	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
Componenti elettrici fissi.	Ammesso	Ammesso	Ammesso	Ammesso
Prescrizioni particolari				
Sorgenti di alimentazione	Le sorgenti di alimentazione (eccetto i trasformatori/alimentatori interni agli apparecchi di illuminazione fluorescenti) devono essere installate fuori dal luogo conduttore ristretto a meno che non facciano parte dell'impianto fisso (es. prese fisse con trasformatori incorporati)			
Sezione conduttori equipotenziali	La <u>sezione minima</u> del conduttore di <u>protezione equipotenziale supplementare</u> (EQS) non deve essere inferiore alla metà del corrispondente conduttore di protezione con minimo di <u>2,5mm<sup>2</sup></u> se protetto e <u>4mm<sup>2</sup></u> se non protetto.			
Collegamento a terra per motivi funzionali	Se nel luogo conduttore si utilizzano apparecchi che per funzionamento richiedono un collegamento a terra (es. saldatrice) occorre eseguire il collegamento equipotenziale supplementare tra le masse estranee del luogo ristretto e l'impianto di terra di funzionamento.			
1)In questo tipo di locali per i circuiti SELV si deve prevedere la protezione dai contatti diretti (a prescindere dalla tensione nominale) o tramite involucri o barriere (IPXXB) o con un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500V per 1 minuto. 2)Separazione elettrica, con la condizione che venga collegato un solo componente elettrico a ciascun avvolgimento secondario del trasformatore d'isolamento. 3)Interruzione automatica dell'alimentazione, è richiesto un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi le masse dei componenti elettrici fissi e le masse estranee del luogo conduttore ristretto. 4)Componenti di classe II, o con componenti elettrici aventi isolamento equivalente, protetti da interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30\text{mA}$ , a condizione che essi abbiano un grado di protezione IP adeguato.				

## 10.5 Luoghi a maggior rischio in caso d'incendio

### 10.5.1 Classificazione ambienti

Tipo	Causa dell'elevato danno	Tipo di ambienti
<b>A</b>	<b>Perdita di persone o cose</b>	<p>Rientrano in questo caso ad esempio gli ospedali, le carceri, i locali sotterranei frequentati dal pubblico.</p> <p>In linea di massima, in assenza di valutazioni particolari, gli ambienti dove si svolgono le attività elencate nel D.M. 16-02-1982, sono considerati ambienti a maggior rischio in caso di incendio. Gli altri ambienti possono essere comunque considerati come tali, nel caso in cui si verifichino le condizioni di pericolo correlate a:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>⇒ densità di affollamento;</li><li>⇒ massimo affollamento ipotizzabile;</li><li>⇒ capacità di deflusso o di sfollamento;</li><li>⇒ entità del danno ad animali e/o cose;</li><li>⇒ comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali impiegati nei componenti dell'edificio;</li><li>⇒ presenza di materiali combustibili;</li><li>⇒ tipo di utilizzazione dell'ambiente;</li><li>⇒ situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio</li></ul>
<b>B</b>	<b>Crollo della struttura</b>	Edifici con strutture portanti in legno
<b>C</b>	<b>Elevata quantità di materiale combustibile</b>	<p>Ambienti con classe del compartimento antincendio pari o superiore a 30<sup>(1)</sup> determinata dalla presenza dei seguenti materiali:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>⇒ materiali combustibili allo stato di fibre, trucioli o compatti, per i quali non si considera in pratica una temperatura d'infiammabilità (es. carta, legno, lana, grassi, ecc.);</li><li>⇒ materiali con temperatura di infiammabilità superiore a 40° (o alla massima temperatura ambiente) e non soggetti a lavorazioni, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quelle di infiammabilità<sup>(2)</sup>.</li></ul>

Note:

- (1) La classe del compartimento antincendio è il numero indicativo che esprime in minuti primi, la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alla struttura, esso esprime anche il carico d'incendio virtuale in kg/m<sup>2</sup> di legna standard. Il calcolo della classe del compartimento antincendio deve essere effettuato in accordo con la CM 91/1961.
- (2) Per i gas e le sostanze con temperatura di infiammabilità inferiore a 40° o alla temperatura ambiente si continua ad applicare le prescrizioni delle Norme CEI 64-2 e 31-30. Si riportano di seguito le temperature di infiammabilità (in °C) di alcune sostanze (ad esclusione dei gas):  
Acetato di etile: <0 - Acetato di vinile: <0 - Acetone: <0 - Alcool etilico: 12 - Alcool metilico: 11 - Benzine e Nafta leggere: <0 - Benzolo: <0 - Gasolio: 55,65 - Kerosene: 21 - Naftalina: 80 - olii combustibili: >65 - Petrolio >21 - Toluolo: 4 - Trementina: 35 - Xilolo- o: 17 - Xilolo m+p: 25.


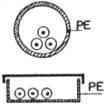





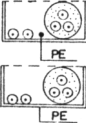
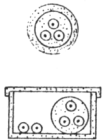

10.5.2 Principali prescrizioni comuni per impianti in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio.

Oggetto delle prescrizioni	Prescrizioni
Componenti elettrici	<p>I componenti elettrici non debbono essere causa di innesco (sovratemperature e archeggiamenti pericolosi) e propagazione di incendi a tale scopo per i componenti installati a vista è necessario verificarne la conformità alle relative norme ed in particolare il superamento della prova del filo incandescente.</p> <p>I dispositivi di controllo e protezione installati negli ambienti accessibili al pubblico debbono essere posti in involucri apribili con chiave o attrezzo. Lungo le vie d'uscita non debbono essere installati componenti elettrici contenenti liquidi infiammabili.</p>
Apparecchi di illuminazione	<p>Gli apparecchi di illuminazione debbono essere installati ad adeguata distanza da materiali combustibili:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>⇒ fino a 100 W: 0,5 m;</li><li>⇒ da 100 a 300 W: 0,8m;</li><li>⇒ da 300 a 500 W: 1 m.</li></ul> <p>Le lampade debbono essere protette contro i danneggiamenti meccanici, inoltre le lampade alogene (escluso quelle alimentate da circuiti SELV) debbono essere dotate di schermo di sicurezza e proprio dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.</p>
Condutture	<p>E' vietato l'utilizzo di sistemi TN-C. I conduttori dei sistemi in c.a. debbono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetti induttivo. Le condutture installate nelle vie d'uscita non debbono essere di ostacolo al deflusso delle persone e possibilmente al di fuori dalla portata di mano (altezza &gt;2,5 m).</p>

10.5.3 Prescrizioni specifiche aggiuntive per i diversi ambienti.

Tipo (v.par.10.5.1)	Prescrizioni aggiuntive specifiche
A	<p>Per i cavi dei gruppi i2 e i3 (v.par.10.5.4), se raggruppati in quantitativi significativi rispetto alle altre sostanze combustibili debbono essere presi provvedimenti in relazione alla emissione di fumi, gas tossici e corrosivi; a tale riguardo possono essere impiegati cavi conformi alla Norma CEI 20-38.</p>
B	<p>Tutti i componenti elettrici, montati su o entro strutture combustibili, che nel normale funzionamento sono sede di archi o scintille debbono essere racchiusi in involucri con grado di protezione ≥IP4X. I componenti elettrici montati su pareti prefabbricate in materiale combustibile con grado di protezione &lt;IP4X debbono essere protetti mediante uno spessore di 12mm di fibra di vetro (o materiale non infiammabile) oppure immersi in 100mm di lana di vetro o lana minerale; inoltre i componenti elettrici quali prese e interruttori non debbono essere fissati con griffe.</p>
C	<p>Tutti i componenti elettrici (ad esclusione delle condutture, degli apparecchi di illuminazione e dei motori) debbono presentare un grado di protezione ≥IP4X; in ogni caso essi debbono essere ubicati e protetti in modo che eventuali polveri o liquidi infiammabili depositandosi sull'involucro o penetrando all'interno dello stesso non possano causare un rischio di incendio. I motori che non funzionano sotto sorveglianza debbono protetti contro i sovraccarichi a mezzo di dispositivo a ripristino manuale.</p>

10.5.4 Metodi di realizzazione delle condutture per impianti in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio.

Gruppo		Criteria per la realizzazione delle condutture e relativi esempi	Mezzi per evitare la propagazione dell'incendio <sup>(1)</sup>	Protezioni aggiuntive
i1	a	Tutti i tipi di condutture purché in strutture non combustibili (es. calcestruzzo, sotto intonaco, interrate) 		
	b	Cavi in tubo o canalette metalliche con grado di protezione ≥IP4X. 		
	c	Cavi con isolamento minerale (CEI 20-39) con guaina esterna metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione 		
i2	a	Cavi multipolari con conduttore di protezione concentrico con guaina esterna non metallica. 	Utilizzo di cavi del tipo "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) se: ⇒ installati individualmente o distanziati non meno di 250mm, oppure; ⇒ installati in involucri con grado di protezione ≥ IP4X.	
	b	Cavi ad isolamento minerale (CEI 20-39) con guaina isolante. 		
	c	Cavi multipolari aventi schermo sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione. 		
i3	a	Cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione (non concentrico). 	- oppure -  Utilizzo di cavi del tipo "non propagante l'incendio" (CEI 20-22).  - oppure -  Impiego di sbarramenti o barriere come indicate al par. 3.7.03 della Norma CEI 11-17	I circuiti terminali con grado di protezione ≤IP4X (ad esclusione dei circuiti di sicurezza) debbono essere protetti in uno dei seguenti modi: ⇒ sistemi TT e TN: interruttore differenziale con I <sub>dn</sub> ≤300mA (istantaneo o ritardato) oppure quando non sia possibile per continuità di servizio anche da 1A (istantaneo o ritardato) o ≤30mA quando i guasti resistivi possono innescare un incendio; ⇒ sistemi IT: dispositivo di controllo dell'isolamento che apre il circuito; se il circuito non può essere aperto provoca allarme ottico-acustico.
	b	Cavi unipolari o multipolari senza conduttore di protezione, in canalette metalliche aperte. 		
	c	Cavi unipolari o multipolari senza conduttore di protezione, in tubi o canalette di materiale isolante con grado di protezione ≥IP4X. 		
	d	Binari elettrificati e condotti sbarre. 		

Note:

(1) In generale tutte le condutture debbono essere protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti con dispositivi posti a monte delle stesse. Le condutture che attraversano questi luoghi (ma non alimentano i circuiti degli stessi) non devono avere connessioni se non realizzate in involucri che hanno superato le prove di resistenza al fuoco di cui alla relativa norma di prodotto; inoltre devono essere previste barriere tagliaffiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

# 11. Verifiche impianti elettrici

## 11.1 Verifiche su impianti elettrici

Le verifiche tecniche sugli impianti elettrici sono costituite da:

1. verifiche iniziali di base (valide per tutti gli impianti) comprendenti esami a vista e prove strumentali;
2. verifiche di legge, ai sensi del D.P.R. 462/01, applicabili agli impianti nei luoghi di lavoro (impianto di terra, protezione scariche atmosferiche e luoghi con pericolo di esplosione) v.par.1.5;
3. altre verifiche, applicabili a specifiche tipologie impiantistiche, da eseguire in conformità a quanto riportato nelle relative norme, (v.par.10).

## 11.2 Verifiche iniziali di base (CEI 64-8)

N	DESCRIZIONE ESAMI A VISTA
1	<b>Metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti</b> (v. par.4) <b>Protezione combinata contatti diretti ed indiretti:</b> <i>impiego di circuiti SELV, PELV, FELV</i> <b>Protezione contro i contatti diretti,</b> utilizzo di: <i>isolamento delle parti attive (es. cavi), involucri o barriere (es, scatole e quadri),</i> <i>addizionale con interruttori differenziali (<math>I_{dn} \leq 30</math> mA).</i> <b>Protezione contro i contatti indiretti,</b> utilizzo di: <i>interruzione automatica dell'alimentazione, componenti di classe II.</i>
2	<b>Presenza di barriere tagliafuoco o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici</b> <b>Barriere tagliafuoco:</b> <i>da prevedere all'interno di canalizzazioni poste in verticale o che mettono in comunicazione fra loro compartimenti antincendio.</i> <b>Protezione contro gli incendi,</b> accorgimenti particolari in caso di: <i>componenti elettrici con temperature superficiali pericolose, componenti elettrici che: producono in condizioni ordinarie archi o scintille o che contengono liquidi infiammabili.</i> <b>Protezioni contro le ustioni,</b> verifica delle: <i>temperature superficiali delle apparecchiature elettriche.</i> <b>Sistemi di riscaldamento ad aria forzata e apparecchi che producono acqua calda e vapore,</b> predisposizione di: <i>appositi dispositivi di sicurezza.</i>
3	<b>Scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione</b> <b>Portata delle conduttore:</b> <i>verifica, tramite calcolo (v.par.5)</i> <b>Caduta di tensione:</b> <i>verifica, tramite calcolo (v.par.5)</i>
4	<b>Scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione.</b> <b>Coordinamento fra diversi dispositivi di protezione:</b> <i>sovracorrenti e contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione (v. parr. 3, 4 e 5).</i>
5	<b>Presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.</b>
6	<b>Scelta dei componenti e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne</b> (v.par.8.3.2)
7	<b>Corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione</b> (v.par.8.1)
8	<b>Dispositivi di comando unipolari connessi ai conduttori di fase.</b>
9	<b>Presenza di schemi, di cartelli monitori e di informazioni analoghe</b> (v.par.8).
10	<b>Identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti</b> (v.par.8).
11	<b>Idoneità delle connessioni dei conduttori.</b>
12	<b>Presenza ed adeguatezza dei conduttore di protezione, equipotenziali principali e supplementari</b> (v.par.4.5)
13	<b>Agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.</b>
14	<b>Corretta scelta ed installazione delle prese a spina e dei dispositivi di comando</b> (v.par.13)
15	<b>Protezioni contro le sovratensioni</b> (v. documento ANIE—SPD limitatori di sovratensione, punto 6.7 par.14)
16	<b>Altri componenti elettrici</b> (gruppi generatori di BT ed apparecchi ed impianti di illuminazione)
17	<b>Alimentazione dei servizi di sicurezza</b>

PROVE STRUMENTALI														
N	Note operative e chiarimenti in relazione alle singole prove													
1	<b>Sfilabilità dei cavi</b> Nel caso in cui sia prevista la sfilabilità dei cavi, la relativa verifica consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo protettivo compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare che questa operazione non abbia danneggiato il cavo stesso. Si raccomanda che la verifica venga effettuata su tratti di tubo protettivo per una lunghezza complessiva compresa tra l'1% ed il 3% della totale lunghezza del tubo protettivo dell'impianto. Contemporaneamente a questa prova viene fatta la verifica del rapporto tra il diametro interno del tubo protettivo e il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuto nel tubo protettivo stesso.													
2	<b>Continuità dei conduttori.</b> Le misure devono essere effettuate con l'impianto non in tensione. In generale la misura della resistenza di isolamento viene effettuata all'origine dell'impianto. La sorgente di tensione continua o alternata deve essere compresa fra <b>4 e 24 V</b> a vuoto con corrente non inferiore a <b>0,2 A</b> . La norma non stabilisce un valore limite per la resistenza dei conduttori di protezione. In ogni caso è possibile prendere come riferimento, per determinare il superamento o meno di questa prova, il valore della resistenza del conduttore di protezione, misurato fra le utenze e il punto comune di interconnessione (nodo equipotenziale), sulla base dei seguenti criteri: - <b>Sistemi TN:</b> inferiore al 50% o 25% dell'impedenza dell'anello di guasto, rispettivamente per gli ambienti ordinari e particolari. - <b>Sistemi TT:</b> inferiore al 20% o 10% della resistenza del dispersore di terra, rispettivamente per gli ambienti ordinari e particolari.													
3	<b>Resistenza d'isolamento dei conduttori.</b> Le misure devono essere effettuate con l'impianto non in tensione. La sorgente di tensione continua deve essere in grado di fornire la tensione di prova con un carico di 1mA. La resistenza deve essere misurata tra ogni conduttore attivo e la terra. Le tensioni di prova ed i valori massimi ammessi sono riportati nella seguente tabella:													
<table><tr><th>Vn/tipo</th><th>Vp (V)</th><th>Rm (MΩ)</th></tr><tr><td>SELV o PELV</td><td>250</td><td>≥0,5</td></tr><tr><td>≤500 V compreso FELV</td><td>500</td><td>≥1,0</td></tr><tr><td>&gt;500 V</td><td>1000</td><td>≥1,0</td></tr></table>			Vn/tipo	Vp (V)	Rm (MΩ)	SELV o PELV	250	≥0,5	≤500 V compreso FELV	500	≥1,0	>500 V	1000	≥1,0
Vn/tipo	Vp (V)	Rm (MΩ)												
SELV o PELV	250	≥0,5												
≤500 V compreso FELV	500	≥1,0												
>500 V	1000	≥1,0												
4	<b>Resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti.</b> Questa verifica deve essere effettuata nel caso si utilizzi la protezione dai contatti indiretti mediante luoghi non conduttori. In questo caso è necessario soddisfare le prescrizioni dell'articolo 413.3 della Norma CEI 64-8, si devono eseguire almeno tre misure nello stesso locale, delle quali una a circa 1 m da qualsiasi massa estranea accessibile posta nel locale, e le altre due a distanze maggiori. La misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e pareti è eseguita con la tensione verso terra alla frequenza nominale. Queste misure devono essere ripetute per ogni tipo di pavimento e di parete del locale. Per i valori limite si veda la tabella seguente:													
<table><tr><th>Vn</th><th>R.isol. (MΩ)</th></tr><tr><td>≤500 V</td><td>≥0,05</td></tr><tr><td>&gt;500 V</td><td>≥0,1</td></tr></table>			Vn	R.isol. (MΩ)	≤500 V	≥0,05	>500 V	≥0,1						
Vn	R.isol. (MΩ)													
≤500 V	≥0,05													
>500 V	≥0,1													
5	<b>Prova di funzionamento dei dispositivi differenziali</b> La prova di funzionamento dei dispositivi differenziali viene effettuata utilizzando l'apposito strumento conforme alla norma EN 61557-6 (CEI 85-29). Deve essere annotata la corrente di prova ed il relativo tempo di intervento.  Tipo istantaneo (G): 0,5 I <sub>dn</sub> : non intervento - 1 I <sub>dn</sub> : t <sub>sa</sub> ≤ 0,3s - 2 I <sub>dn</sub> : t <sub>sa</sub> ≤ 0,15s - 5 I <sub>dn</sub> : t <sub>sa</sub> ≤ 0,04s Tipo selettivo (S): 0,5 I <sub>dn</sub> : non intervento - 1 I <sub>dn</sub> : t <sub>sa</sub> ≤ 0,5s - 2 I <sub>dn</sub> : t <sub>sa</sub> ≤ 0,2s - 5 I <sub>dn</sub> : t <sub>sa</sub> ≤ 0,15s													



PROVE STRUMENTALI	
N.	Note operative e chiarimenti in relazione alle singole prove
6	<p><b>Protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione Sistemi TN:</b>  <b>Impiego di interruttori differenziali:</b> in questo caso non si procede né con la misura dell'impedenza dell'anello di guasto né con la resistenza del dispersore. Quindi utilizzando gli interruttori differenziali (come in genere avviene) è sufficiente procedere con la verifica delle caratteristiche e/o dell'efficienza di questi ultimi, mediante esame a vista e prove di funzionamento (v. prova 5). L'efficienza della interruzione automatica della alimentazione mediante dispositivi di protezione a corrente differenziale deve essere verificata generando una corrente differenziale di valore non superiore a <math>I_{Dn}</math> mediante l'uso di adatte apparecchiature di prova.</p> <p><b>Impiego di soli interruttori automatici:</b> si procede con la sola misura dell'impedenza dell'anello di guasto e la determinazione della corrente di guasto verso terra <math>I_G</math>. La verifica della protezione viene effettuata sulla base di questa relazione: <math>I_G \geq I_a</math>, dove <math>I_a</math> è la corrente di apertura del dispositivo di protezione di massima corrente nel tempo di riferimento. Quest'ultimo è in genere pari a <b>0,4/0,2 s</b> per i circuiti terminali rispettivamente negli ambienti ordinari e particolari, mentre è pari a <b>5 s</b> per i circuiti di distribuzione. Le curve caratteristiche con i rispettivi tempi di intervento sono ricavabili dalla documentazione tecnica fornita dal costruttore dell'apparato.</p> <p><b>Sistemi TT:</b> si procede con la misura della resistenza del dispersore di terra <math>R_E</math>. La verifica della protezione dai contatti indiretti viene effettuata tramite la relazione: <math>R_E \leq U_L / I_a</math>, dove <math>U_L</math> è <b>50 V</b> per gli ambienti ordinari e <b>25 V</b> per quelli particolari, mentre <math>I_a</math> è la corrente di intervento del dispositivo differenziale (<math>I_a = I_{Dn}</math>).  In alternativa alla misura della resistenza del dispersore di terra tramite il sistema volt-amperometrico con l'impiego di sonde ausiliarie infisse nel terreno è possibile utilizzare la misura dell'impedenza dell'anello di guasto similmente a quanto previsto per i sistemi TN. In questo caso assumendo il valore ricavato pari ad <math>R_E</math>, si commetterà un'approssimazione per eccesso, che comunque sarà accettabile in quanto a vantaggio della sicurezza.</p> <p><b>Sistemi IT:</b> si effettua il calcolo o la misura della corrente <math>I_d</math> di primo guasto e si verifica la relazione: <math>R_E \leq U_L / I_d</math>; mentre per il secondo guasto si procede come per il sistema TT</p>
	<p><b>7 Prova di polarità</b>  Quando sia vietato installare dispositivi di interruzione unipolare sul conduttore di neutro, si deve effettuare una prova di polarità per verificare che tali dispositivi siano installati solo sulle fasi.</p>
	<p><b>8 Verifica della sequenza delle fasi</b>  In caso di circuiti multipolari, deve essere verificata la sequenza delle fasi se richiesta.</p>
9	<p><b>Prove di funzionamento</b>  Le unità costituite da diversi componenti, come le apparecchiature prefabbricate, i motori e i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi devono essere sottoposti a una prova per verificare che essi siano montati, regolati ed installati in accordo con le prescrizioni della presente Norma. I dispositivi di protezione devono essere sottoposti a prove di funzionamento se necessario, per verificare se sono stati installati e regolati in modo appropriato.</p>
10	<p><b>Caduta di tensione</b>  Quando richiesto la caduta di tensione può essere valutata misurando l'impedenza del circuito <math>[Z]</math> oppure misurata direttamente tramite un voltmetro facendo scorrere nell'impianto il carico di progetto. La caduta di tensione misurata non deve essere superiore al <b>4%</b></p>
11	<p><b>Misura dell'impedenza di linea</b>  Si procede con questa misura quando è richiesta la determinazione della corrente di corto circuito ai fini della verifica dell'adeguatezza del potere di interruzione delle protezioni di massima corrente (<math>P_{cc}</math>) rispetto alla corrente di corto circuito della linea (<math>I_{cc}</math>). Questa verifica dovrà essere effettuata sia per il guasto monofase che per quello trifase.</p>
12	<p><b>Illuminamento</b>  La misura viene effettuata con la sonda di rilevamento posta sul piano di lavoro (per i tavoli) o sul pavimento (per le aree di passaggio). Dovranno essere annotati i valori: minimi e/o medi e verificati sulla base dei limiti imposti dalla pertinente normativa</p>

## 11.3. Strumentazione per le verifiche degli impianti elettrici

### 11.3.1. Normativa di riferimento

Le misure e le prove elencate nel precedente paragrafo 11.2 vengono eseguite solitamente utilizzando uno strumento multifunzione, ovvero un unico strumento che raccoglie al proprio interno più funzionalità.

Questa tipologia di strumentazione deve essere realizzata in conformità alle norme relative alla sicurezza, alle prestazioni e alla compatibilità elettromagnetica:

CEI EN 61010-1: Prescrizioni generali di sicurezza per apparati di misura.

- ⇒ CEI EN 61010-2-30: Prescrizioni particolari per circuiti di prova e di misura
- ⇒ CEI EN 61010-2-31: Prescrizioni particolari per sonde utilizzate manualmente
- ⇒ CEI EN 61010-2-32: Prescrizioni particolari per pinze amperometriche portatili

CEI EN 61557-1: Apparecchi per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione ai fini della verifica della sicurezza elettrica nei sistemi elettrici in bassa tensione (<1000 V c.a. e < 1.500 V .c.c.).

- ⇒ CEI EN 61557-2: Resistenza d'isolamento.
- ⇒ CEI EN 61557-3: Impedenza di anello.
- ⇒ CEI EN 61557-4: Resistenza dei collegamenti di terra, protezione ed equipotenziali.
- ⇒ CEI EN 61557-5: Resistenza di terra.
- ⇒ CEI EN 61557-6: Efficacia dei dispositivi di protezione differenziale (RCD) in sistemi TT, TN e IT.
- ⇒ CEI EN 61557-7: Sequenza di fase.
- ⇒ CEI EN 61557-8: Dispositivi di controllo dell'isolamento nei sistemi IT.
- ⇒ CEI EN 61557-9: Apparecchi per la localizzazione di guasti di isolamento nei sistemi IT.
- ⇒ CEI EN 61557-10: Apparecchi di misura combinati per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione.
- ⇒ CEI EN 61557-11: Dispositivi per la misura ed il controllo delle prestazioni (PMD).
- ⇒ CEI EN 61557-12: Efficacia dei dispositivi di controllo della corrente differenziale di tipo A e di tipo B nei sistemi TT, TN ed IT.
- ⇒ CEI EN 61326-1: Compatibilità elettromagnetica.

### 11.3.2. Valutazione dei rischi e procedure di sicurezza.

Per le attività di misura ai fini di una corretta valutazione dei rischi elettrici è necessario prendere in considerazione la possibilità di contatto diretto e di cortocircuito nonché i rischi per tensioni potenzialmente pericolose originate direttamente dallo strumento di misura.

La documentazione da prendere come riferimento è costituita da:

- ⇒ Norma CEI 11-27.
- ⇒ Manuale di uso e di manutenzione della strumentazione impiegata.

In relazione allo stato degli elementi oggetto della misura, l'intervento può considerarsi effettuato sia in assenza di tensione che sotto tensione. Nelle prime lo strumento effettua la misura utilizzando una fonte di energia (tensione/corrente) interna allo strumento (batteria o adattatore di rete). Mentre nelle seconde lo strumento di misura utilizza l'energia (tensione/corrente) proveniente dal circuito in prova per effettuare la misura.

**ATTENZIONE:** Il personale addetto alle verifiche degli impianti elettrici deve essere in possesso della corrispondente qualifica (PES/PAV) (ed eventualmente) dell'idoneità ad eseguire lavori elettrici sotto tensione. Così come previsto dal D.Lgs 81/08 (art.82), le qualifiche debbono essere attribuite dal datore di lavoro, sulla base delle caratteristiche personali e dei percorsi formativi individuati dalla Norma CEI 11-27.

Elenco delle misure effettuate in assenza di tensione:

- ⇒ **Misura della resistenza d'isolamento**, con tensione di prova fino a 1 kV in c.c., ma con limitazione della corrente a 1mA. La limitazione della corrente di prova a 1mA consente di ritenere questa misura come non pericolosa.
- ⇒ **Verifica della continuità del conduttore di protezione<sup>(1)</sup>**, con tensione da 4 a 24 V (con corrente > 200 mA). La tensione di prova, limitata a 24 V max, consente di ritenere questa misura come non pericolosa.
- ⇒ **Prova di rigidità dielettrica**, con tensione alternata a frequenza industriale con valore fino a 4 kV. Questo tipo di prova può essere distruttiva, quindi l'operatore deve dotarsi di adeguate protezioni agli occhi (visiera), contro gli archi elettrici, nonché vestiario ignifugo, guanti, elmetto e calzature isolanti di tipo idoneo alle tensioni e alle potenze in gioco.
- ⇒ **Misura della resistenza degli elettrodi di terra<sup>(1)</sup>**, con tensione alternata a bassa frequenza e bassissima tensione di sicurezza. In questo caso la misura non è da considerarsi pericolosa, salvo il caso in cui l'impianto venga mantenuto in esercizio. In questa situazione potrebbero manifestarsi tensioni pericolose nel caso in cui in concomitanza della misura si manifesti un guasto verso terra sul lato media tensione per i sistemi TN, e sul lato bassa tensione per i sistemi TT. Questa eventualità è comunque da ritenersi estremamente improbabile. In ogni caso è buona norma utilizzare, nel corso di questa verifica, guanti e calzature isolanti.

Elenco delle misure da effettuare sotto tensione<sup>(2)</sup>:

- ⇒ **Misura dell'impedenza dell'anello di guasto**
- ⇒ **Misura della corrente di primo guasto a terra (sistemi IT).**
- ⇒ **Prova di funzionamento dei dispositivi differenziali.**
- ⇒ **Prova di polarità (identificazione del conduttore di neutro).**
- ⇒ **Prova dell'ordine delle fasi.**
- ⇒ **Verifica della caduta di tensione.**

Nelle misure da effettuare sotto tensione, o comunque anche per quelle in assenza di tensione, quando si entri all'interno della zona prossima (< 65 cm dalle parti attive non protette) occorre prendere opportuni accorgimenti in relazione ai rischi di contatto diretto e di corto circuito. Tali misure riguardano:

**Rischio di contatto diretto**, utilizzo di:

- ⇒ guanti di protezione isolanti;
- ⇒ elmetto isolante;
- ⇒ calzature isolanti.



**Rischio di corto circuito**, utilizzo di:

- ⇒ visiera o occhiali protettivi;
- ⇒ vestiario ignifugo.



Per quanto riguarda il rischio di cortocircuito non possono essere effettuate misure utilizzando puntali o utensili in genere con parti metalliche nude aventi dimensioni superiori alla minima distanza esistente fra le parti attive, o fra ciascuna di esse e la massa. Prima di iniziare le misure occorre verificare il buono stato della strumentazione, dei cavi di collegamento e dei puntali, nonché dei DPI in dotazione, con particolare riguardo ai guanti isolanti. Di questi ultimi deve essere controllata l'integrità mediante esame a vista e verifica dell'assenza di fughe d'aria mediante gonfiaggio.

(1) Questi tipi di misura, riguardano parti e componenti dell'impianti che normalmente non sono in tensione, quindi in tali casi è possibile effettuare tutte le operazioni anche con impianto funzionante, ovvero, posto nelle normali condizioni di esercizio.

(2) Nel caso in cui le misure vengano effettuate tramite le prese a spina dell'impianto in esame, utilizzando esclusivamente gli appositi adattatori in dotazione allo strumento, si ritiene che il rischio elettrico sia trascurabile, quindi in questo caso le misure possono essere eseguite anche senza gli accorgimenti previsti per la protezione dai contatti diretti e dai cortocircuiti.

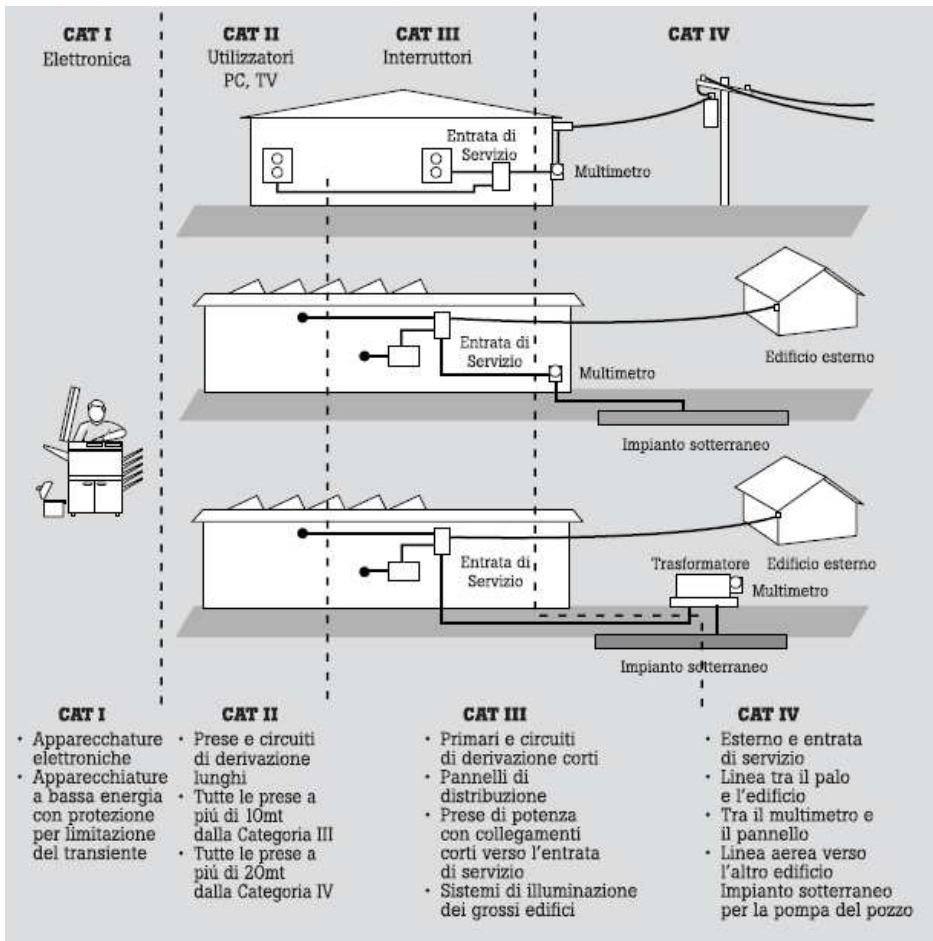
11.3.3 Verifica della compatibilità della grandezza da misurare e l'ambiente di misura con le caratteristiche dello strumento

Prima di procedere alla misura occorre verificare l'adeguatezza dello strumenti in relazione ai limiti funzionali con le caratteristiche della grandezza da misurare e dell'ambiente all'interno del quale viene effettuata la misura.

Gli elementi da considerare in merito alla compatibilità fra grandezza da misurare, ambiente e caratteristiche/limiti dello strumento sono:

- ⇒ valore della grandezza da misurare, anche in relazione alla tensione massima di esercizio, alla categoria di sovratensione (cat. I, II, III e IV - vedi figura sotto) dello strumento e delle sonde esterne utilizzate;
- ⇒ umidità e temperatura dell'ambiente di misura;
- ⇒ presenza di polvere, liquidi e gas pericolosi o comunque dannosi;
- ⇒ disturbi elettromagnetici di tipo irradiato o condotto;
- ⇒ ogni altro elemento riportato nella documentazione tecnica.

$V_e$ (V)	600	1000	600	1000	600	1000	600
$V_{imp}$ (V)	2500	4000	4000	6000	6000	8000	8000



## 11.4 Stima dell'incertezza di misura

### 11.4.1. Definizioni

- Misurando:** grandezza in senso determinato sottoposta a misurazione (es. la resistenza impianto di terra ( $R_E$ )).
- Misura:** risultato o prodotto di una misurazione che comprende 3 informazioni: un numero, una quantità e l'incertezza di misura (es.  $R_E = 2,5 \pm 0,5 \Omega$ ).
- Incertezza di misura:** dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando (es.  $\pm 0,5 \Omega$ ).
- Errore:** di tipo strumentale e operativo (sistematico e casuale).

### 11.4.2. Errore Strumentale

#### Strumento di misura digitale



- L'incertezza complessiva si compone di 2 fattori:
- ⇒ rispetto al valore letto (es.  $\pm 3\%$  rdg);
  - ⇒ rispetto allo scorrimento dell'ultima cifra del display (detta risoluzione) (es.:  $\pm 4$  dgt)

*Nota: "rdg" è l'abbreviazione di "reading" (lettura), mentre "dgt" è l'abbreviazione di "digit" (cifra).*

Esempio di calcolo (strumento multifunzione digitale - misura resistenza di terra):

- ⇒ Incertezza di funzionamento dichiarata dal costruttore:  $\pm(3\% \text{ rdg} + 4 \text{ dgt})$
  - ⇒ Misura: Portata selezionata:  $200 \Omega$  - Risoluzione:  $0,1 \Omega$  - Valore letto:  $20 \Omega$
  - ⇒ Calcolo Incertezza Strumentale:
    - ⇒ Incertezza di lettura (rdg):  $0,6 \Omega$  ( $3\%$  di  $20 \Omega$  (valore letto)).
    - ⇒ Incertezza di scorrimento ultima cifra (dgt):  $0,4 \Omega$  ( $0,1 \Omega \cdot 4 \text{ dgt}$ ).
    - ⇒ Incertezza assoluta della misura:  $\pm 1 \Omega$  ( $\pm(0,6+0,4)\Omega$ ).
    - ⇒ Fascia di valori attribuibili al misurando: da  $19$  a  $21 \Omega$  ( $(20 \pm 1)\Omega$ ).
    - ⇒ Incertezza relativa percentuale della misura:  $\pm 5\%$  ( $100 \cdot 1 / 20$ ).
- Espressione corretta della misura:  $20 \pm 1 \Omega$ .

#### Strumento di misura analogico



L'errore viene indicato in percentuale sul valore del fondo scala (es.:  $\pm 3\%$  f.s.)

Esempio di calcolo (misuratore resistenza di terra):

- ⇒ Incertezza di funzionamento dichiarata dal costruttore:  $\pm 3\%$  f.s.
  - ⇒ Misura: Portata selezionata:  $200 \Omega$  - Valore letto:  $20 \Omega$
  - ⇒ Calcolo incertezza strumentale:
    - ⇒ Incertezza assoluta della misura:  $\pm 6 \Omega$  ( $\pm 3\%$  di  $200 \Omega$  (valore di fondo scala)).
    - ⇒ Fascia di valori attribuibili al misurando: da  $14$  a  $26 \Omega$  ( $20 \pm 6 \Omega$ ).
    - ⇒ Incertezza relativa percentuale della misura:  $30\%$  ( $100 \cdot 6 / 20$ ).
- Espressione corretta della misura:  $20 \pm 6 \Omega$

### 11.4.3. Errore Operativo Sistemático

L'errore operativo sistematico può essere determinato dall'ambiente, dalle condizioni operative o dal metodo. Su questo tipo di errore esiste la possibilità di intervenire per stimarne il valore ed operare quindi con le dovute compensazioni, tramite appropriati verifiche e calcoli.

Ad esempio, nella misura della resistenza di terra, le condizioni che possono determinare errori operativi sistematici sono:

- ⇒ resistenza di contatto sul dispersore;
- ⇒ tensioni di disturbo nel terreno;
- ⇒ disturbi convogliati dai circuiti di misura;
- ⇒ campi magnetici sullo strumento;
- ⇒ vicinanza di corpi metallici interrati;
- ⇒ valori di temperatura ed umidità anomali.

In presenza di instabilità della misura causata da perturbazioni di origine esterna o interna al sistema è possibile prendere come valore di riferimento la media dei valori misurati aggiungendo all'incertezza strumentale l'incertezza introdotta dalla ripetibilità della misura. Per scaricare un utile foglio di calcolo in f.to Excel che permette di determinare l'incertezza di misura in caso di oscillazione dei valori, vedi il punto 4 del par.14.1—file: [incertezza.xls](#).

### 11.4.4. Errore Operativo Casuale

L'errore operativo casuale a differenza di quello sistematico è difficilmente stimabile e compensabile in quanto determinato da cause esterne imprevedibili o da chi effettua materialmente la misura. Per questo motivo è da evitare adottando particolare cura e perizia nell'eseguire le misure.

Ad esempio le condizioni che possono determinare errori operativi casuali sono:

- ⇒ inadeguatezza del metodo di misura;
- ⇒ scelta errata della strumentazione;
- ⇒ scelta errata della portata;
- ⇒ collegamenti errati;
- ⇒ insufficiente conoscenza dell'impianto.

### 11.4.5. Valutazione dell'accettabilità dell'errore

Per la valutazione dell'accettabilità dell'errore occorre determinare mettere in riferimento fra loro: la fascia di valori attribuibili al misurando (FVM) e il limite da verificare (LV), quindi prendendo sempre come esempio la misura della resistenza di terra si ha:

Caratteristiche dell'impianto:

Sistema: TT

Ambiente: particolare (tensione limite di contatto  $U_L = 25 \text{ V}$ )

Caratteristiche dispositivo di protezione: interruttore differenziale  $I_{dn} = 1 \text{ A}$

Valore di resistenza di terra massimo ammissibile:  $R_T = 25/1 = 25 \text{ } \Omega \text{ (LV)}$

Dagli esempi del par. 11.4.2, con valore misurato pari a  $20 \text{ } \Omega$ , si hanno fasce di valori pari a:

- ⇒ Strumento digitale: da  $19$  a  $21 \text{ } \Omega$  (FVM)
- ⇒ Strumento analogico: da  $14$  a  $26 \text{ } \Omega$  (FVM)

Pertanto relativamente all'accettabilità dell'errore, occorre prendere come riferimento il limite da verificare (LV): se questo è esterno alla fascia di valori, allora l'errore è accettabile, altrimenti occorre ripetere la misura utilizzando uno strumento complessivamente più preciso. Quindi nella fattispecie dell'esempio: l'errore introdotto con la misura eseguita con lo strumento digitale è da ritenersi accettabile, mentre quello introdotto con la misura con lo strumento analogico no.

## 11.5. Gestione e controllo della strumentazione

### 11.5.1 Gestione della strumentazione

Le principali operazioni da prevedere per una corretta gestione delle apparecchiature di misura e prova sono:

- ⇒ Procedura per la qualificazione dei fornitori.
- ⇒ Procedura per l'accettazione ed il collaudo (se previsto) delle apparecchiature.
- ⇒ Identificazione univoca delle apparecchiature
- ⇒ Elenco delle apparecchiature in dotazione con predisposizione per ognuna di apposito fascicolo contenente tutta la documentazione tecnica fornita dal costruttore nonché le schede relative a:
  - ⇒ Accettazione e/o collaudo iniziale.
  - ⇒ Interventi di manutenzione, verifica e taratura periodica effettuati.
  - ⇒ Procedure interne per l'utilizzo, la manutenzione, le verifiche e le tarature periodiche.
- ⇒ Procedura per la gestione delle apparecchiature difettose e per le non conformità.

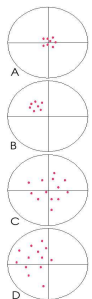
### 11.5.2 Tarature, calibrazioni e verifiche periodiche

Taratura, calibrazione e verifica sono termini che per quanto simili, occorre preliminarmente definire.

Taratura: ha come scopo di definire le caratteristiche metrologiche di uno strumento che in genere sono relative a:

- ⇒ accuratezza: rappresenta il grado di corrispondenza del dato teorico, desumibile da una serie di valori misurati (campione di dati), con il dato reale o di riferimento, ovvero la differenza tra valor medio campionario e valore vero o di riferimento (esempi A e C, in quanto tendono mediamente verso il centro del bersaglio)
- ⇒ ripetibilità: rappresenta il grado di concordanza tra una serie di misure di uno stesso misurando (la grandezza oggetto di misurazione), quando le singole misurazioni sono effettuate lasciando immutate le condizioni di misura (esempi A e B, in quanto le misure hanno una bassa varianza rispetto al valore medio campionario).

Nota: L'esempio B è comunque meno accurato degli esempi A e C, mentre l'esempio D non è né accurato né ripetibile



- ⇒ linearità: è la proprietà di uno strumento di misura di dare in uscita (lettura) valori che possano mettersi in relazione lineare con il segnale d'ingresso.
- ⇒ riproducibilità: è il grado di concordanza tra una serie di misure di uno stesso misurando (la grandezza oggetto di misurazione), quando le singole misurazioni sono effettuate cambiando delle condizioni (ad es. metodo di misura, operatore, luogo, ecc.). Questa non è da confondere con la ripetibilità, poiché in quel caso le misure vengono ripetute nelle medesime condizioni.

Calibrazione: operazione attraverso la quale si riesce a rendere uno strumento di misura più accurato, ovvero si va ad agire intervenendo direttamente sulle sue regolazioni interne.

La strumentazione viene in genere, al momento dell'acquisto, già fornita perfettamente calibrata e dotata di certificato di taratura. I tempi di taratura e di eventuali calibrazione sono definiti dall'utilizzatore sulla base delle modalità e del tipo di impiego e di quanto riportato nei documenti tecnici e nei certificati di taratura dello strumento stesso.

Verifica: confronto fra strumenti (omologhi o con strumento campione) attraverso una o più misure della coerenza (limitatamente alla singola misura) fra i dati di precisioni dichiarati dal costruttore e i valori misurati.

A differenza della taratura e della calibrazione le operazioni di verifica possono essere eseguite direttamente dall'utente utilizzando come già detto più strumenti omologhi o uno strumento campione.

Per scaricare un utile foglio di calcolo in f.to Excel che permette di effettuare operazioni di calibrazione e verifica, vedi il punto 4 del par.14.1 - file: [incertezza.xls](#)

Le operazioni di verifica non possono in ogni caso intendersi sostitutive della taratura vera e propria (se prevista).

### 11.5.3 Uso e manutenzione

Le prove e le misure debbono essere eseguite sulla base delle indicazioni riportate nel manuale di uso e di manutenzione. Le informazioni riportate in lingua italiana, debbono comprendere:

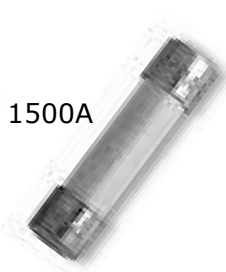
- ⇒ le caratteristiche generali dello strumento;
- ⇒ la descrizione dei vari comandi (selettori/pulsanti), segnalazioni e dati su display, dispositivi (morsetti/boccole) di ingresso/uscita;
- ⇒ i dati e le caratteristiche tecniche con i limiti di utilizzo;
- ⇒ l'errore di misura nelle varie portate e condizioni di prova;
- ⇒ le procedure per le misure con gli eventuali schemi di inserzione;
- ⇒ gli accorgimenti di sicurezza che debbono essere intrapresi;
- ⇒ le istruzioni per la manutenzione e la corretta conservazione.

### Accessori per il collegamento

Le misure debbono essere eseguite utilizzando esclusivamente i dispositivi di connessione forniti a corredo dello strumento o tramite gli accessori opzionali appositamente destinati allo stesso, o comunque anche diversi, purché compatibili e rispondenti alle caratteristiche contenute nella documentazione tecnica fornita dal costruttore. Prima di procedere alla misura è necessario verificare il buono stato di conservazione di detti elementi.

### Sostituzione dei fusibili

In caso di intervento del fusibile occorre provvedere alla sua sostituzione con un modello analogo, in relazione alla corrente nominale e soprattutto al potere di interruzione. Occorre precisare che sostituire un fusibile ad elevato potere di interruzione (corpo in ceramica o vetro con sabbia) con analogo a basso potere di interruzione in solo vetro ed aria (assenza di sabbia) può essere estremamente pericoloso. I danni che possono derivare da tale operazione possono riguardare sia le persone (folgorazioni, accecamento e ustioni) sia l'apparato, fino ad arrivare alla sua distruzione completa con incendio o esplosione dello stesso.











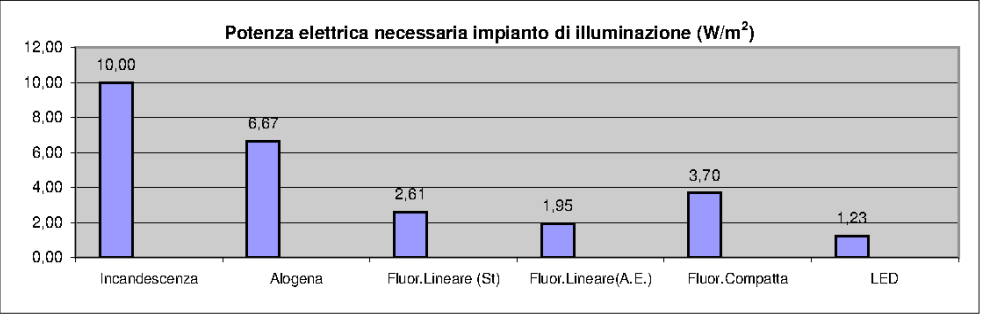
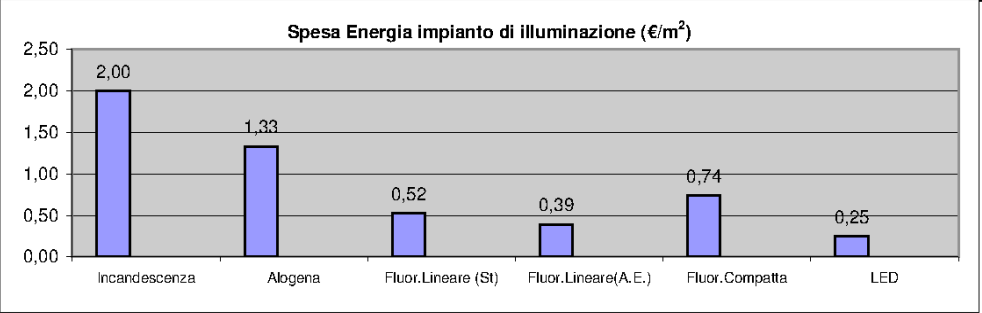
**12.1. Costi energetici ed ambientali delle principali fonti energetiche primarie utilizzate per il riscaldamento degli edifici ad uso residenziale** (per scaricare questa tabella in f.to Excel vedi il punto 2 del par.14.1 - file: [energia.xls](#))

Fonte Energetica	Costo Energia (termica) c€/kWh
Energia Elettrica (sistemi elettrici)	23,00
Energia Elettrica (pompa di calore)	5,75
Metano (Cald., Condens.)	8,69
Metano (Cald., Standard)	9,77
GPL (Cald., Condens.)	15,53
GPL (Cald., Standard)	17,47
Gasolio	16,09
Legna	5,31
Coppello	4,28
Pellet	5,10

**12.2. Sistemi di illuminazione a confronto: incandescenza, alogena, fluorescenza e LED** (per scaricare questa tabella in f.to Excel vedi il punto 2 del par.14.1 - file: [energia.xls](#))

Tipo	Incandescenza	Alogena	Fluorescente Lineare		Fluorescente compatta	LED di potenza
			Standard (Alimentatore ferromagnetico e lampada standard)	Alta Efficienza (Alimentatore elettronico e lampada ad alta efficienza)		
						
Efficienza della sorgente (lm/W)	20	30	85	95	60	100
Efficienza del convertitore	100%	100%	75%	90%	90%	90%
Efficienza corpo radiante (comprensiva del fattore di utilizzazione)	50%	50%	60%	60%	50%	90%
Flusso utile (lm/W)	10	15	38,25	51,3	27	81
Spesa energia (€/m²):						
Illuminamento (lux) 100	<b>2,00</b>	<b>1,33</b>	<b>0,52</b>	<b>0,39</b>	<b>0,74</b>	<b>0,25</b>
Costo energia (€/kWh) 0,20						
Numero ore funzion.: 1.000						
Potenza elettrica necessaria (W/m²)	<b>10,00</b>	<b>6,67</b>	<b>2,61</b>	<b>1,95</b>	<b>3,70</b>	<b>1,23</b>
Vita media (h)	1.000	3.000	8.000	15.000	8.000	50.000

SPESA ENERGIA (€/m²) per **1.000** h di funzionamento con illuminamento pari a: **100** LUX



## 12.3. Cenni sulla tariffazione dell'energia elettrica.

Nell'ambito degli edifici ad uso residenziale e similare relativamente al mercato tutelato possono trovare applicazione le seguenti tariffe ENEL:

- ⇒ **D2**: si applica ai clienti domestici residenti fino a 3 kW di potenza impegnata a tariffazione su 2 fasce (F1 e F2/F3).
- ⇒ **D3**: si applica ai clienti domestici non residenti fino a 3 kW e residente oltre 3 kW di potenza impegnata a tariffazione su 2 fasce (F1 e F2/F3).
- ⇒ **BTA**: destinata ai piccoli consumatori (garage, condomini) e a tutte le piccole imprese con meno di 50 dipendenti, un fatturato annuo o un totale di bilancio non superiore a 10 milioni di euro e i cui punti di prelievo nella titolarità delle stesse siano connessi in bassa tensione. Tariffazione su tre fasce (F, F2 e F3).

Le voci che compongono la fattura di energia elettrica sono:

1. **SERVIZI DI VENDITA**: sono le diverse attività poste in essere dal fornitore per acquistare e rivendere l'energia elettrica al cliente finale; tra i corrispettivi fatturati al cliente per tali servizi rientrano anche eventuali oneri di perequazione aggiuntivi. Nella bolletta gli importi da pagare per questi servizi vengono suddivisi in Quota fissa e Quota energia.
  - ⇒ **Quota fissa**: comprende tutti gli importi da pagare in misura fissa, cioè indipendentemente dai consumi. Nella bolletta la Quota fissa comprende:
    - ⇒ **Commercializzazione vendita**: copre i costi fissi di gestione commerciale dei clienti, essa è fissata dall'Autorità per l'energia sulla base dei costi sostenuti mediamente da un operatore del mercato libero.
    - ⇒ **Componente di Dispacciamento** (parte fissa): questa componente, si applica sia ai clienti che hanno diritto al Servizio di Maggior Tutela, ovvero i clienti domestici e le PMI anche qualora siano passati al mercato libero. La parte fissa, viene accreditata al cliente indipendentemente dai suoi consumi.
  - ⇒ **Quota energia**: comprende i costi di acquisto dell'energia e dispacciamento sostenuti dal fornitore. Nella bolletta la Quota energia comprende:
    - ⇒ **Energia**: copre i costi sostenuti per acquistare l'energia elettrica, viene fissata e aggiornata ogni tre mesi dall'Autorità per l'Energia.
    - ⇒ **Dispacciamento**: copre i costi del servizio di dispacciamento, cioè il servizio che garantisce in ogni istante l'equilibrio tra la domanda e l'offerta di energia elettrica essa viene fissata e aggiornata ogni tre mesi dall'Autorità per l'energia.
    - ⇒ **Componente di Perequazione**: questa componente, garantisce l'equilibrio tra i costi effettivi di acquisto e dispacciamento dell'energia elettrica destinata al servizio di maggior tutela e quanto pagato dai clienti di quel servizio a partire dal 1° gennaio 2008. Non si applica ai clienti con contratti del mercato libero.
2. **SERVIZI DI RETE**: sono le attività che consentono ai fornitori (sia che operino sul mercato libero sia che forniscano il Servizio di Maggior Tutela) di trasportare l'energia elettrica sulle reti di trasmissione nazionali e di distribuzione locali fino al contatore, per consegnarla ai clienti. Nella bolletta, gli importi pagati per tali attività sono suddivisi in Quota fissa, Quota variabile e Quota potenza e vanno a coprire i costi per i servizi di Trasporto, Distribuzione e Misura, nonché gli Oneri generali.
  - ⇒ **Quota fissa**: comprende tutti gli importi da pagare in misura fissa, cioè indipendentemente dai consumi, relativamente ai servizi di rete.
  - ⇒ **Quota potenza**: è l'importo da pagare in proporzione alla potenza impegnata.
  - ⇒ **Quota variabile**: comprende tutti gli importi da pagare in relazione alla quantità di energia elettrica trasportata sulla rete per soddisfare la richiesta di energia del cliente.

**12.4 Tariffe fornitura energia elettrica a confronto** (per scaricare questa tabella in f.to Excel vedi il punto 3 del par.14.2 - file:tariffe.xls)

Tariffa		D2	D3	BTa
Descrizione	U.M.	abitazioni fino a 3 kW residenti	abitazioni oltre 3 kW e non residenti	usi diversi dalle abitazioni
<b>SERVIZI DI VENDITA</b>				
Quota fissa				
Commercializzazione vendita	(€/cliente/mese)	2,5	2,5	4,1417
Componente dispacciamento	(€/cliente/mese)	-1,1273	-0,6442	-0,776
Quota Energia				
Prezzo Energia F1	€/kWh	0,09067	0,1028	0,09883
Prezzo Energia F2	€/kWh	0,08099	0,08604	0,09016
Prezzo Energia F3	€/kWh	0,08099	0,08604	0,07406
Prezzo dispacciamento F1	€/kWh	0,00904	0,01047	0,01187
Prezzo dispacciamento F2	€/kWh	0,00904	0,01047	0,01187
Prezzo dispacciamento F3	€/kWh	0,00904	0,01047	0,01187
1° scaglione fino a 1800 kWh	€/kWh	0,00049	0	0
2° scaglione da 1800 a 2640 kWh	€/kWh	0,00414	0	0
3° scaglione da 2640 fino a 4440 kWh	€/kWh	0,0081	0	0
4° scaglione oltre 4440 kWh	€/kWh	0,0122	0	0
Componente di perequazione	€/kWh	-0,00146	-0,00112	-0,00112
<b>SERVIZI DI RETE</b>				
Quota fissa	(€/cliente/mese)	0,5	1,8577	9,7743
Quota potenza	(€/kW di potenza impegnata/mese)	0,4699	1,2699	2,484
1° scaglione fino a 1800 kWh	€/kWh	0,024946	0,06666	0
2° scaglione da 1800 a 2640 kWh	€/kWh	0,069296	0,082366	0
3° scaglione da 2640 fino a 4440 kWh	€/kWh	0,119816	0,119816	0
4° scaglione oltre 4440 kWh	€/kWh	0,158616	0,158616	0
Quota variabile	€/kWh	0	0	0,045666
<b>SPESA ANNUA + IVA</b>				
Potenza impegnata	kW	3	3	3
Spesa potenza impegnata	€	39	90	247
Riepilogo componenti energia				
F1	€/kWh	0,10	0,11	0,11
F2	€/kWh	0,09	0,10	0,10
F3	€/kWh	0,09	0,10	0,09
1° scaglione fino a 1800 kWh	€/kWh	0,03	0,07	0,00
2° scaglione da 1800 a 2640 kWh	€/kWh	0,07	0,08	0,00
3° scaglione da 2640 fino a 4440 kWh	€/kWh	0,13	0,12	0,00
4° scaglione oltre 4440 kWh	€/kWh	0,17	0,16	0,00
Accisa e addizionale Enti locali	€/kWh	0,04	0,02	0,01
Consumi annui	kWh	5000	5000	5000
F1	%	40%	40%	40%
F2	%	40%	40%	40%
F3	%	20%	20%	20%
Percentuale da aggiungere/togliere	%			
Spesa energia prelevata (Senza Imp.Fotov.)	€	1.102	1.121	568
Autoconsumo (eventuale) Imp.Fotovoltaico	kWh	1.200	1.200	1.200
Spesa energia prelevata (Con Imp.Fotov.)	€	764	805	432
TOTALE IMPONIBILE	€	803	895	679
IVA (10%)	€	80	89	68
TOTALE SPESA ANNUA	€	884	984	746
Valore energia autoconsumata (Da imp.Fotov.)	€/kWh	0,31	0,29	0,12
Costo medio al kWh (compreso oneri fissi)	€/kWh	0,23	0,26	0,20
Risparmio annuo totale (Con Imp.Fotov.)	€	338	316	136
F1: ore di punta: 8,00-19,00 LU-VE				55h
F2: ore intermedie: 7,00-8,00 e 19,00-23,00 LU-VE + 7,00-23,00 SA				41h
F3: ore fuori punta: 0,00-7,00 LU-SA + 23,00-24,00 LU-SA + DO e Fest.				72h

Attraverso il sito: <http://trovaofferte.autorita.energia.it/trovaofferte/TKStart.do> è possibile effettuare un confronto, relativamente alle utenze di tipo residenziale, fra le offerte esistenti sul mercato dei maggiori operatori nel settore

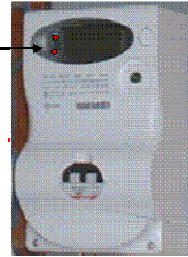
## 12.5 Controllo e monitoraggio dei consumi domestici

### Utilizzo del contatore ENEL

2 LED lampeggianti:

$R_A$  = Energia Attiva (1 lampo = 1 Wh)

$R_R$  = Energia Reattiva (1 lampo = 1 VARh)



Numero Lampi al  
minuto ( $R_A$ )



(60 sono i minuti in 1 h)

X

60

=



Energia elettrica  
assorbita in 1 h

(Wh/h)

0,025 è il costo medio  
dell'Energia Elettrica in  
c€/Wh



Energia elettrica  
assorbita in 1 h

(Wh/h)

X

0,025

=



Spesa  
all'ora

(c€/h)

### Utilizzo di contatore energia e potenza a spina



Tramite questo dispositivo è possibile effettuare il monitoraggio dei consumi di tutti gli apparecchi collegati alla rete tramite presa a spina.

Queste le funzioni principali:

- ⇒ Monitoraggio dell'energia e indicazione del consumo energetico.
- ⇒ Lettura della corrente massima e del wattaggio.
- ⇒ Calcolo del costo dell'energia anche in relazione alla fascia oraria di riferimento.
- ⇒ Avviso di sovraccarico.

Alcuni modelli sono anche dotati di Timer programmabile per l'accensione e lo spegnimento degli apparecchi ad esso collegati.

Ulteriori importanti e completi documenti riguardanti il risparmio energetico degli edifici sono contenuti nel par. 14, ai punti: 3.3 (Regione Toscana, edilizia sostenibile), 3.4 (Regione Toscana, edilizia in legno), 4.1 (Regione Sicilia, energia efficiente per l'edificio), 5.1 (COAER, Libro bianco sulle pompe di calore), 5.2 (COAER, Tariffe energia per pompe di calore), 6.5 (ANIE - Incentivo all'utilizzo dei trasformatori MT/bt a basse perdite), 6.6 (ANIE - Motori elettrici ad alto rendimento).

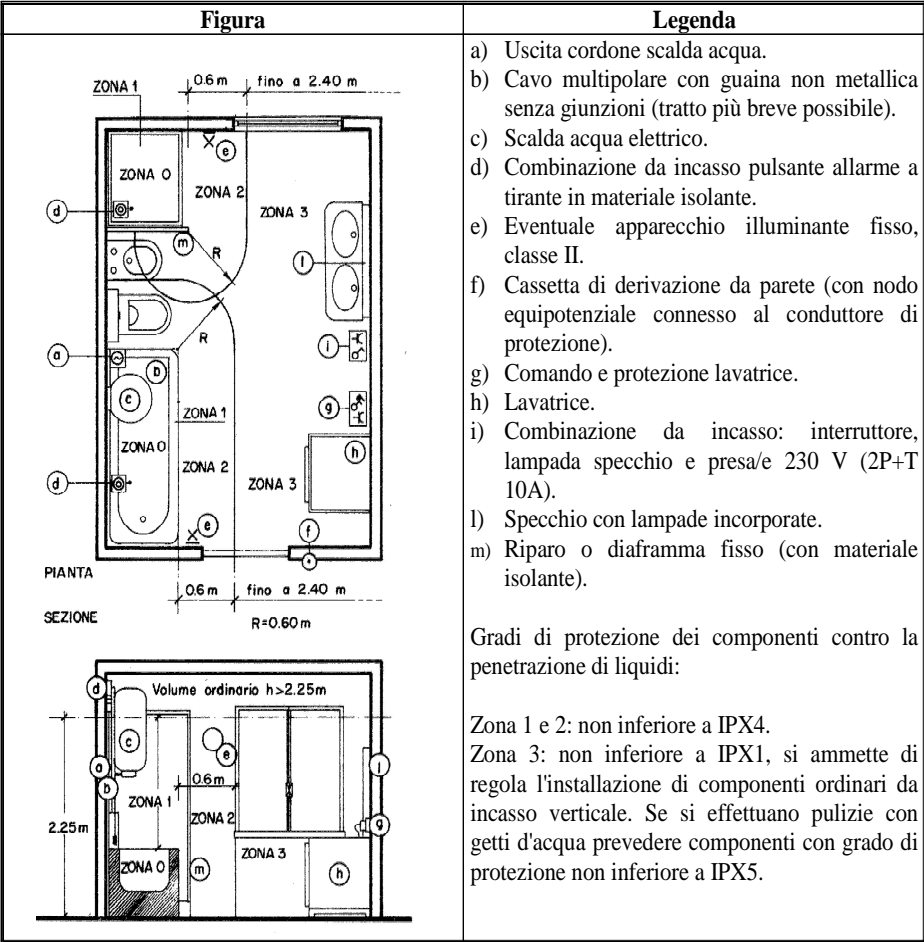
# 13. Disposizione e dotazioni apparati elettrici negli edifici ad uso residenziale

## 13.1. Disposizione apparecchi elettrici nei locali da bagno.

Nei bagni, l'installazione delle varie apparecchiature elettriche è soggetta a prescrizioni ben precise, determinate in base all'individuazione di zone di rispetto (art.701.3 della Norma CEI 64-8/7).

Le zone di rispetto dei locali da bagno e doccia, sono quelle d'intorno la vasca da bagno, o la zona doccia e vengono classificate nel seguente modo:

- ⇒ Zona 0: volume interno della vasca o del piatto doccia.
- ⇒ Zona 1: volume esterno verticale della zona 0 fino a 2,25 m di altezza sopra il pavimento.
- ⇒ Zona 2: volume esterno dalla zona 1 fino a 0,6 m di distanza in orizzontale da quest'ultima e 2,25 m di altezza sopra il pavimento.
- ⇒ Zona 3: volume esterno della zona 2 fino a 2,4 m di distanza in orizzontale da quest'ultima e 2,25 m di altezza sopra il pavimento.

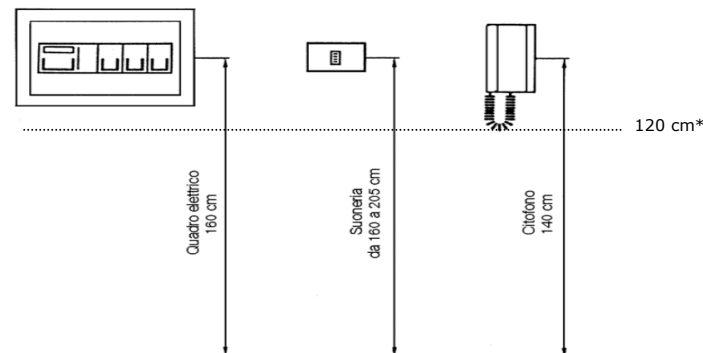


Prescrizione installazione impianti e componenti bagni e docce

Oggetto della prescrizione	Prescrizioni		
	Zona 0	Zona 1	Zona 2 Zona 3
Grado di protezione minimo contro la penetrazione dei liquidi	-	IPX4 <sup>(1)</sup>	IPX4 <sup>(1)</sup>  IPX1 <sup>(1)</sup>
Apparecchi di comando, di protezione, ecc.	Vietati	Ammessi solo interruttori alimentati da SELV <sup>(2)</sup> con tensione inferiore a 12V c.a. e 30V c.c.	
Prese a spina		Vietate	Ammesse solo se alimentate singolarmente da trasformatore d'isolamento (prese per rasoi)  Ammesse, purché: ⇒ protette con interruttore differenziale ad alta sensibilità (≤30mA), oppure; ⇒ alimentate da SELV <sup>(2)</sup> , oppure; ⇒ alimentate con proprio trasformatore d'isolamento.
Cassette di derivazione		Vietate	Nessuna limitazione (regole generali)
Apparecchi utilizzatori fissi	Vietati	Ammessi: ⇒ scaldacqua; ⇒ apparecchi alimentati da SELV <sup>(2)</sup> ; ⇒ apparecchi di illuminazione, riscaldamento, ventilatori-aspiratori e vasche per idromassaggio di classe II e I, protetti questi ultimi con interruttore differenziale ad alta sensibilità ( inferiore a 30mA).	Nessuna limitazione (regole generali)
Elementi scaldanti	Ammessi solo se protetti da schermo metallico connesso al collegamento equipotenziale supplementare.		
Condutture (eccetto quelle incassate a una profondità maggiore di 5 cm)	Nella zona 0 è vietata l'installazione di condutture elettriche. Nelle zone 1, 2 e 3 non è consigliabile l'uso di cavi in vista, a meno che non appartengano a sistemi SELV <sup>(2)</sup> , o siano costituiti da tratti limitati al collegamento degli apparecchi utilizzatori. Nelle zone 1 e 2 non è ammesso l'attraversamento di condutture alimentanti apparecchiature situate in zone diverse da queste; inoltre esse devono avere un isolamento equipotenziale alla classe II, a tal fine è sufficiente impiegare cavi unipolari infilati entro tubi non metallici o cavi multipolari con guaina non metallica.		
Collegamento equipotenziale supplementare	Collegamento di tutte le masse estranee <sup>(4)</sup> all'impianto di terra con conduttore di sezione minima non inferiore a 2,5 mm <sup>2</sup> (se protette meccanicamente) e a 4 mm <sup>2</sup> (se a vista o annegate direttamente nella muratura). Tale collegamento è sufficiente che venga eseguito in un solo punto, in corrispondenza dell'ingresso delle masse estranee nei locali da bagno.		
1)	Nei locali pubblici deve essere previsto un grado di protezione non inferiore a IPX5.		
2)	In questo tipo di locali se si utilizzano circuiti SELV si deve prevedere la protezione dai contatti diretti (a prescindere dalla tensione nominale) o tramite involucri o barriere (IPXXB) o con un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500V per 1 minuto.		
3)	Con collegamento supplementare e segregazione.		
4)	Per massa estranea si intende un corpo metallico che non fa parte dell'impianto elettrico e che può introdurre il potenziale di terra; in ambienti ordinari si intendono tali i corpi metallici che presentano una resistenza di terra inferiore a 1000 ohm.		

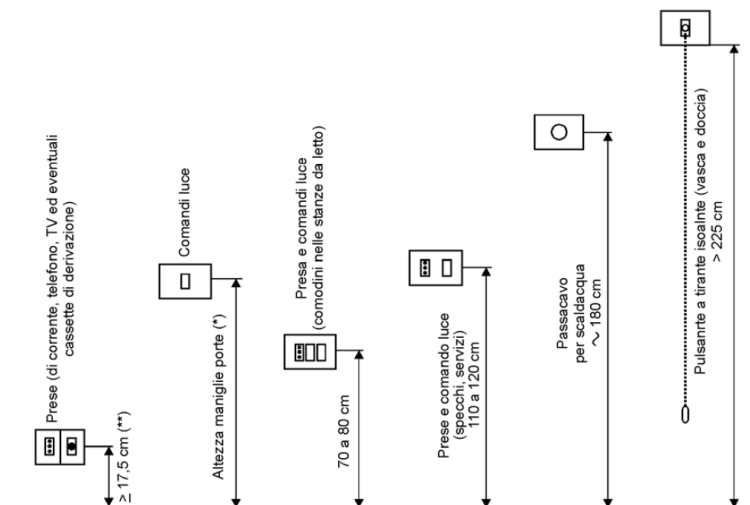
## 13.2. Quote di installazione e disposizione apparati

### Quote di installazione per le apparecchiature



\* L'altezza mediana del quadro elettrico e del citofono devono rispettare, ove necessario, le disposizioni previste dalla legislazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche (v. sotto).

### Quote di installazione per le prese a spina ed i comandi



\* Nei locali in cui è richiesto l'abbattimento delle barriere architettoniche, l'altezza deve essere 90 cm da terra o quelle prescritte dal DM 236 del 14/6/89.

\*\* Si raccomanda di aumentare questa quota a circa 40 cm per tener conto della eventuale necessità di abbattere le barriere architettoniche.

### Disposizioni quote di installazione delle apparecchiature per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche

In tutte le unità abitative, ambienti, e parti comuni degli edifici in cui è richiesto per legge l'abbattimento delle barriere architettoniche (Legge n° 13 del 09/01/89), i componenti elettrici (quadri generali, interruttori, prese, campanelli, pulsanti, citofoni, ecc) necessari alla libera fruizione degli spazi e delle attrezzature in essi contenute, devono essere accessibili anche a persona su sedia a ruote.

Si ricorda che la fascia di accessibilità compresa fra i 40 cm e 140 cm è riferita alle apparecchiature normalmente utilizzate e manovrate dall'utente fruitore del locale o degli spazi e non si riferisce ai componenti installati in funzione di scelte progettuali che migliorano la sicurezza e l'economia dell'impianto come ad esempio:

- ⇒ presa per alimentazione aspiratore bagno al posto dell'uscita cavi;
- ⇒ prese per alimentazione delle utenze fisse in cucina o bagno;
- ⇒ prese per alimentazione punti luce fissi a soffitto o parete.



### 13.3. Prestazioni funzionali impianto elettrico

#### **Criteri ed ambito di applicazione:**

Ai nuovi impianti e al rifacimento completo degli impianti esistenti in occasione di ristrutturazione edili, situati in unità ad uso residenziale si applica il cap.37 della Norma CEI 64-8/3 riguardante le prestazioni funzionali dell'impianto elettrico.

Ai fini del dimensionamento dell'impianto elettrico degli ambienti residenziali la norma CEI 64-8 fornisce i criteri minimi e le dotazioni minime individuando 3 diversi livelli prestazionali e di fruibilità, premesso che il dimensionamento dell'impianto elettrico è oggetto di accordo tra il progettista, l'installatore ed il committente, in funzione delle esigenze impiantistiche di quest'ultimo e del livello qualitativo dell'immobile.

Il cap.37 della Norma CEI 64-8/3 comunque non si applica agli impianti delle unità abitative poste negli edifici pregevoli per arte e storia di cui al D.Lgs 42/2004.

#### **Dimensionamento potenza impegnata:**

- ⇒ 3 kW per unità abitative fino a 75 m<sup>2</sup>
- ⇒ 6 kW per superfici superiori.

#### **Selettività sulla protezione differenziale:**

- ⇒ l'interruttore generale, se differenziale, deve essere di tipo (S) e selettivo nei confronti degli interruttori differenziali posti a valle oppure essere del tipo a richiusura automatica;
- ⇒ la protezione differenziale deve essere suddivisa su almeno 2 interruttori al fine di garantire una sufficiente continuità di servizio;
- ⇒ per i circuiti che alimentano componenti in classe I (messa a terra) dotati di azionamenti elettronici (lavatrici, condizionatori, ecc.) è consigliabile impiegare interruttori differenziali di tipo (A).

#### **Quadri:**

- ⇒ installazione di uno o più quadri facilmente accessibili e dotati di un interruttore generale;
- ⇒ maggiorazione (per futuri ampliamenti) di almeno il 15% di moduli, con un minimo di 2 moduli;
- ⇒ collegamento diretto con apposito conduttore fra il quadro principale dell'unità abitativa e il dispersore, al fine dell'installazione dell'eventuale SPD.

#### **Cavi:**

- ⇒ montante di collegamento fra contatore e unità abitativa di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>;
- ⇒ sfilabilità completa degli impianti ad eccezione di elementi prefabbricati/precablati ovvero rapporto fra il diametro interno dei tubi protettivi e cerchio circoscritto al fascio di cavi pari a 1,5 (con il minimo di 16 mm).

#### **Cassette di derivazione e giunzioni:**

- ⇒ nella cassetta di derivazione, dopo la posa dei cavi e morsetti, è opportuno lasciare uno spazio libero pari a circa il 20% del volume della cassetta stessa;
- ⇒ l'entra-esce sui morsetti delle prese è ammesso soltanto all'interno della stesa scatola oppure tra due scatole successive (questa prescrizione non si applica ai circuiti ausiliari e di segnale).

#### **Prese:**

- ⇒ tutte le prese TV devono avere accanto almeno una presa energia. Inoltre, almeno una delle prese TV dell'intera unità immobiliare richiesta nella tabella seguente, deve avere accanto la predisposizione (posa tubi e scatole) per totale 6 prese energia. Se in luogo della predisposizione di cui sopra, si installa un numero di punti prese equivalente questi vengono conteggiati ai fini del numero minimo di punti prese richiesti nei locali;
- ⇒ nel caso di rifacimento di unità immobiliari esistenti facenti parte di un condominio, le prescrizioni relative a impianti TV, videocitofono, citofono, non si applicano per l'individuazione dei livelli 1,2 e 3, se incompatibili con l'impianto condominiale esistente;
- ⇒ almeno una presa energia deve essere installata in prossimità della porta, nei locali di cui all'ultima linea della tabella seguente;
- ⇒ si consiglia che i punti prese che alimentano la cucina e il punto presa destinato ad alimentare la lavabiancheria siano in grado di ricevere almeno una spina S30 (presa schuko da 16A).

Punti luce:

- ⇒ l'interruttore luce deve essere installato in prossimità della porta, interno o esterno del locale;
- ⇒ il comando, situato all'interno, di punti luce esterni (balcone terrazzi, giardini) e in generale per tutti quelli non direttamente visibili, deve essere associato a una spia di segnalazione, che può essere integrata nel comando medesimo, atta a segnalare lo stato di "acceso" dell'apparecchio comandato.

Altro:

- ⇒ si consiglia di predisporre, in prossimità dell'eventuale tubo di ingresso del gas nell'unità immobiliare, l'alimentazione elettrica per un'eventuale elettrovalvola di intercettazione del gas.

Per Appartamento

N. circuiti (6)(8)	Area <sup>(5)</sup>	Livello 1	Livello 2	Livello 3
	A≤ 50 m <sup>2</sup>	2	3	3
	50 m <sup>2</sup> < A ≤ 75 m <sup>2</sup>	3	3	4
	75 m <sup>2</sup> <A≤ 125m <sup>2</sup>	4	5	5
	125 m <sup>2</sup> < A	5	6	7
Protezioni contro le sovratensioni (SPD) secondo CEI 81-10 e CEI 64-8 sezione 534		SPD all'arrivo linea se necessari per rendere tollerabile il rischio 1		Oltre a quanto stabilito per i livelli 1 e 2, occorre prevedere SPD anche per la protezione contro le sovratensioni impulsive
Prese telefono e/o dati	A≤ 50 m <sup>2</sup>	1	1	1
	50 m <sup>2</sup> < A≤ 100m <sup>2</sup>	2	2	3
	A> 100m <sup>2</sup>	3	3	4
Disp. Illum. di sicurezza (7)	A≤100m <sup>2</sup>	1	2	2
	A>100m <sup>2</sup>	2	3	3
Ausiliari e impianti per risparmio energetico		Campanello, citofono o videocitofono.	Campanello, videocitofono, antintrusione, controllo carichi, ad esempio relè di massima corrente.	Campanello, videocitofono, antintrusione, controllo carichi. Interazione domotica.

Per Ambiente

Livello		1	2	3 <sup>(4)</sup>	1	2	3 <sup>(4)</sup>	1	2	3 <sup>(4)</sup>	1	2	3 <sup>(4)</sup>
Locali	Dimensioni <sup>(5)</sup>	Punti prese <sup>(1)</sup>			Punti luce <sup>(2)</sup>			Prese radio/TV			Prese telefoni e/o dati		
Ingresso <sup>(13)</sup>		1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1
Angolo cottura <sup>(3)</sup>		2(1)	2(1)	3(2)	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Locale cucina <sup>(3)</sup>		5(2)	6(2)	7(3)	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Lavanderia		3	4	4	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Locale da bagno o doccia <sup>(11)</sup>		2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Locale servizio (WC)		1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Cantina/soffitta <sup>(9)</sup>		1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Box/auto <sup>(9)</sup>		1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Balcone/Terrazzo/ Giardino		A ≥ 10 m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Ripostiglio	A ≥ 1 m <sup>2</sup>	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Corridoio	≤ 5 m	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
	> 5 m	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Per ogni altro locale, ad esclusione di quelli sopra elencati (ad es. camera da letto, soggiorno studio, ecc.) <sup>(10)</sup> <sup>(12)</sup>	8 m <sup>2</sup> < A ≤ 12 m <sup>2</sup>	4 [1]	5	5	1	2	2	1	1	1	1	1	1
	12 m <sup>2</sup> < A ≤ 20 m <sup>2</sup>	5 [2]	7	8	1	2	3	1	1	1	1	1	1
	20 m <sup>2</sup> < A	6 [3]	8	10	2	3	4	1	1	1	1	1	1

## NOTE TABELLE

- 1) Per punto presa si intende il punto di alimentazione di una o più prese all'interno della stessa scatola. I punti presa devono essere distribuiti in modo adeguato nel locale, ai fini della loro utilizzazione.
- 2) In alternativa a punti luce a soffitto e/o parete devono essere predisposte prese alimentate tramite un dispositivo di comando dedicato (prese comandate) in funzione del posizionamento futuro di apparecchi di illuminazione mobili da pavimento e da tavolo.
- 3) Il numero tra parentesi indica la parte del totale di punti prese da installare in corrispondenza del piano di lavoro. Deve essere prevista l'alimentazione della cappa aspirante, con o senza spina. I punti presa previsti come inaccessibili e i punti di alimentazione diretti devono essere controllati da un interruttore di comando onnipolare.
- 4) Il livello 3, oltre alle dotazioni previste, considera l'esecuzione dell'impianto con integrazione domotica, che per essere considerato tale deve gestire come minimo 4 delle seguenti funzioni:
  - ⇒ Antintrusione
  - ⇒ Controllo carichi.
  - ⇒ Gestione comando luci.
  - ⇒ Gestione temperatura (se non è prevista una gestione separata).
  - ⇒ Gestione scenari (tapparelle, ecc.).
  - ⇒ Controllo remoto.
  - ⇒ Sistema diffusione sonora.
  - ⇒ Rilevazione incendio (UNI 9795) se non è prevista gestione separata.
  - ⇒ Sistema antiallagamento e/o rilevazione gasL'elenco è esemplificativo e non esaustivo.  
L'utilizzo di singole funzioni domotiche può essere integrato anche nei livelli 1 e 2.
- 5) La superficie considerata è quella calpestabile dell'unità immobiliare, escludendo quelle esterne quali terrazzi, portici, ecc, e le eventuali pertinenze.
- 6) Si ricorda che un circuito elettrico (di un impianto) è l'insieme di componenti di un impianto alimentato da uno stesso punto e protetto contro le sovracorrenti da uno stesso dispositivo di protezione.
- 7) Servono per garantire la mobilità delle persone in caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria (a tal fine sono accettati i dispositivi estraibili, ma non quelli alimentati tramite presa a spina).
- 8) Sono esclusi dal conteggio eventuali circuiti destinati all'alimentazione di apparecchi (scaldacqua, caldaie, condizionatori, estrattori) e anche circuiti di box, cantine e soffitte.
- 9) La tabella non si applica alle cantine, soffitte e box alimentati dai servizi condominiali.
- 10) Nelle camere da letto si può prevedere un punto presa in meno rispetto a quello indicato. In questi locali almeno una delle prese energia deve essere installata in prossimità della porta.
- 11) In un locale da bagno, se non è previsto l'attacco/scarico per la lavatrice, è sufficiente un punto presa.
- 12) Nella parentesi quadra, è indicato il numero di punti prese che possono essere spostati da un locale all'altro, purché il numero totale di punti presa nell'unità immobiliare rimanga invariato.
- 13) Se l'ingresso è costituito da un corridoio più lungo di 5m, si deve aggiungere un punto presa e un punto luce.

## 14. Fogli di calcolo ed materiale di approfondimento

Nome file	Descrizione
<b>14.1 FOGLI DI CALCOLO</b> ( <a href="https://dl.dropbox.com/u/60241328/Codice%20Elettrico/Excel.zip">https://dl.dropbox.com/u/60241328/Codice%20Elettrico/Excel.zip</a> )	
1. <a href="#">Linee.xlsx</a>	<p><b><u>Sezione linea e protezioni:</u></b> Conoscendo: ⇒ le potenze in gioco; ⇒ il tipo di posa, la lunghezza e la composizione delle condutture; ⇒ le ore annue di utilizzo e il costo al kWh dell'energia elettrica. E' possibile determinare: ⇒ la corrente di carico (<math>I_b</math>); ⇒ la sezione (s) e la portata (<math>I_z</math>) della conduttura; ⇒ la caduta di tensione (%); ⇒ le perdite di potenza sulla linea in kWh ed il relativo costo in €; ⇒ l'eventuale risparmio economico sovradimensionando la sezione.</p> <p><b><u>Corrente di corto circuito:</u></b> Conoscendo: ⇒ il tipo di sistema TN o TT; ⇒ la potenza del trasformatore o la corrente di corto circuito presunta al contatore; ⇒ la lunghezza, la tipologia e la sezione delle linee. E' possibile determinare: ⇒ la reattanza, la resistenza e l'impedenza di linea; ⇒ la corrente di corto circuito monofase e trifase.</p>
2. <a href="#">Energia.xls</a>	<p><b><u>Energia Termica:</u></b> Conoscendo: ⇒ il costo di acquisto delle varie fonti di energia primaria (elettrica, metano, GPL, gasolio, legna, cippato e pellet). ⇒ il fabbisogno termico invernale (kWh/m<sup>2</sup>); ⇒ la superficie riscaldata (m<sup>2</sup>). E' possibile ottenere: ⇒ il costo dell'energia al kWh termico per ciascuna fonte primaria; ⇒ un grafico comparativo per ciascuna fonte primaria dei costi al kWh termico. ⇒ l'energia elettrica ed il relativo costo per il riscaldamento invernale utilizzando le pompe di calore; ⇒ la potenza elettrica delle pompe di calore da installare in kW e BTU.</p> <p><b><u>Illuminazione:</u></b> Conoscendo: ⇒ l'efficienza della sorgente luminosa in lm/W; ⇒ il costo dell'energia elettrica in €/kWh; ⇒ l'illuminamento necessario per l'ambiente in lux. E' possibile ottenere: ⇒ un grafico comparativo di spesa relativo agli specifici parametri inseriti; ⇒ un grafico comparativo relativo alla potenza elettrica da installare in funzione degli specifici parametri inseriti.</p>

Nome file	Descrizione
<p align="center"><b>14.1 FOGLI DI CALCOLO</b>  <a href="https://dl.dropbox.com/u/60241328/Codice%20Elettrico/Excel.zip">https://dl.dropbox.com/u/60241328/Codice%20Elettrico/Excel.zip</a></p>	
<p><b>3. <a href="#">Tariffe.xls</a></b></p>	<p><b><u>Tariffe ENEL:</u></b>  Conoscendo:  ⇒ la potenza contrattuale in kW;  ⇒ i consumi energetici annui in kWh;  ⇒ la suddivisione dei consumi nelle tre fasce orarie (F, F2, F3).  E' possibile determinare:  ⇒ il costo complessivo annuale della bolletta elettrica relativa alle tre tipologie tariffarie:  ⇒ D2: uso abitativo (residenza non superiore a 3 kW);  ⇒ D3: uso abitativo (non residenza o comunque maggiore di 3 kW);  ⇒ BTA: uso diverso dalle abitazioni (pompe di calore, servizi condominiali, ecc.).</p> <p><b><u>Integrazione Fotovoltaico:</u></b>  Conoscendo:  ⇒ la parte auto consumata dell'energia elettrica annuale prodotta dall'impianto fotovoltaico in kWh.  E' possibile determinare:  ⇒ il valore al kWh dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico ed auto consumata in €/kWh;  ⇒ il risparmio annuo ottenuto direttamente in bolletta con l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico ed auto consumata in €.</p>
<p><b>4. <a href="#">Incertezza.xls</a></b></p>	<p><b><u>Verifica precisione con strumenti omologhi:</u></b>  Conoscendo:  ⇒ le caratteristiche funzionali (risoluzione) e di precisione (errori strumentali funzionali) degli strumenti;  ⇒ 3 misure per ciascuno strumento relative allo stesso elemento.  E' possibile ottenere:  ⇒ l'incertezza della misura (assoluta e relativa);  ⇒ l'espressione della misura;  ⇒ il grafico indicante la dispersione dei valori misurati.</p> <p><b><u>Calcolo incertezza di misura (affetta da errore di ripetibilità):</u></b>  Conoscendo:  ⇒ le caratteristiche funzionali (risoluzione) e di precisione (errori strumentali funzionali) dello strumento;  ⇒ una serie di più misure relative allo stesso elemento.  E' possibile ottenere:  ⇒ l'incertezza della misura (assoluta e relativa);  ⇒ il risultato della verifica per ciascuno strumento;  ⇒ il grafico indicante la dispersione dei valori misurati.</p> <p><b><u>Verifica linearità e precisione strumentale con strumento campione:</u></b>  Conoscendo:  ⇒ le caratteristiche funzionali (risoluzione) e di precisione (errori strumentali funzionali) sia dello strumento in prova che del campione;  ⇒ una serie di più misure all'interno di uno stesso range;  E' possibile ottenere:  ⇒ l'incertezza della misura (assoluta e relativa) dello strumento in prova;  ⇒ il risultato della verifica relativa allo strumento in prova;  ⇒ il grafico indicante la linearità dello strumento in prova.</p>

Rif.	Nome file	Descrizione
<b>14.2 MATERIALE DI APPROFONDIMENTO</b> <a href="https://dl.dropbox.com/u/60241328/Codice%20Elettrico/Utilit%C3%A0.zip">https://dl.dropbox.com/u/60241328/Codice%20Elettrico/Utilit%C3%A0.zip</a>		
1.1	<a href="#">DLgs 81</a>	Testo aggiornato e coordinato del T.U. sulla salute e sicurezza sul lavoro (388 pp).
1.2	<a href="#">DPR462 - Lista</a>	Lista Organismi Notificati verifiche DPR 462/01 (238 pp).
2.1	<a href="#">INAIL - DVR</a>	INAIL - Procedure di sicurezza - Documento informativo per il personale allegato al DVR (88 pp)
2.2	<a href="#">INAIL-DPR462</a>	INAIL - DPR 462: Guida tecnica alla prima verifica degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e impianti di messa a terra (23 pp).
3.1	<a href="#">RT - DPR462</a>	Regione Toscana - Linee guida per l'applicazione del DPR 462/01 (55pp).
3.2	<a href="#">RT - DM 37</a>	Regione Toscana - Guida operativa al DM 37/08 (54pp).
3.3	<a href="#">RT - Edilizia</a>	Regione Toscana - Linee guida edilizia sostenibile (304 pp).
3.4	<a href="#">RT - Legno</a>	Regione Toscana - Linee guida edilizia in legno (306 pp).
4.1	<a href="#">RS - EnEffEd</a>	Regione Sicilia - Energia efficiente per l'edificio - Normativa e tecnologie (233 pp).
5.1	<a href="#">COAER 1</a>	COAER - Libro bianco sulle Pompe di calore (51 pp).
5.2	<a href="#">COAER 2</a>	COAER - Tariffe energia per pompe di calore (24 pp).
6.1	<a href="#">ANIE - QBT</a>	ANIE - Quadri elettrici in bassa tensione - Evoluzione normativa, caratteristiche e applicazioni (56pp).
6.2	<a href="#">ANIE - QMacch</a>	ANIE - Quadri bordo macchina - Caratteristiche, prescrizioni e normative (56 pp).
6.3	<a href="#">ANIE - QMT</a>	ANIE - La Norma CEI EN 62271-200 sui quadri in media tensione (56 pp).
6.4	<a href="#">ANIE - 0-16</a>	ANIE - Adeguamento degli impianti in media tensione alle delibere dell'AEEG (16 pp).
6.5	<a href="#">ANIE - TRASF</a>	ANIE - Incentivo all'utilizzo dei trasformatori MT/bt a basse perdite (2pp).
6.6	<a href="#">ANIE - MOTORI</a>	ANIE - Motori elettrici ad alto rendimento — Norme e legislazione vigente (12 pp).
6.7	<a href="#">ANIE - SPD</a>	ANIE - SPD - Limitatori di sovratensione (2pp).
6.8	<a href="#">ANIE - CAPIT</a>	ANIE - Capitolato impianti elettrici, elettronici ed ausiliari (504 pp).
7.1	<a href="#">CCIAA - Prezzi</a>	CCIAA - Prezziario delle opere edili ed impiantistiche (244pp).
8.1	<a href="#">ITACA - ImpEI</a>	ITACA - Guida operativa per la sicurezza degli impianti elettrici - Parte generale (71pp).
8.2	<a href="#">ITACA - ImpCa</a>	ITACA - Guida operativa per la sicurezza degli impianti elettrici - Cantieri (33pp).
9.1	<a href="#">CEE—DMacch</a>	CEE - Guida all'applicazione della Direttiva Macchine 2006/42/CEE (429pp).
10.1	<a href="#">ISPESL- DMacch</a>	ISPESL - Guida al confronto fra la nuova direttiva Macchine 2006/42/CE e la Direttiva 98/37/CE (152pp).



